



MO 142528 - TESIS

**PERKIRAAN UMUR KELELAHAN (*Fatigue Life*)
KONSTRUKSI FSO (*Floating Storage and Offloading*)
DENGAN METODE *SPECTRAL-BASED FATIGUE ANALYSIS***

SUMARDIONO

4110 201 001

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D.

Ir. Handayanu, M.Sc, Ph.D.

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN TEKNIK PERANCANGAN BANGUNAN LAUT

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2015



MO 142528 - THESIS

FATIGUE LIFE PREDICTION OF FSO HULL CONSTRUCTION USING SPECTRAL-BASED FATIGUE ANALYSIS

SUMARDIONO

4110 201 001

SUPERVISORS:

Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D.

Ir. Handayanu, M.Sc, Ph.D.

MAGISTER PROGRAM

MAJOR IN DESIGN OF OFFSHORE STRUCTURE ENGINEERING

STUDY PROGRAM OF MARINE TECHNOLOGY

FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY

SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY

SURABAYA

2015

Telah disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

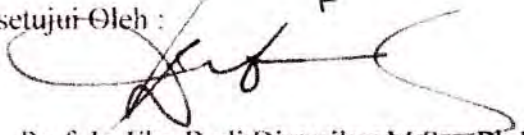
Sumardiono

NRP. 4110 201 001

Tanggal Ujian : 08 Juli 2015
Periode Wisuda : Maret 2016

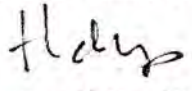
Disetujui Oleh :

1.


Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195812261984031002

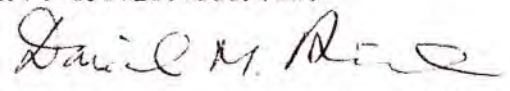
(Pembimbing I)

2.


Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196307281988031001

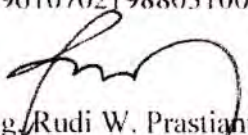
(Pembimbing II)

3.


Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA
NIP. 196107021988031003

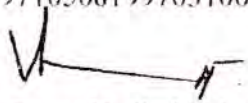
(Penguji)

4.


Dr. Eng. Rudi W. Prastianto, ST., MT.
NIP. 197105081997031001

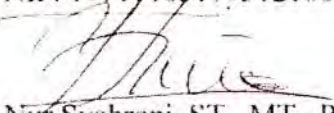
(Penguji)

5.


Yoyok Setyo Hadiwidodo, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197111051995121001

(Penguji)


6.


Nur Syahroni, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197306021999031002

(Penguji)



Direktur Program Pasca Sarjana,


Prof. Ir. Djuhar Manfaat, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196012021987011001

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohiim...

Dengan mengucapkan Alhamdulillah... segenap syukur terhaturkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tesis yang berjudul **“Perkiraan Umur Kelelahan (*Fatigue Life*) Konstruksi FSO (*Floating Storage and Offloading*) Dengan Metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Merupakan karunia dan kemurahan Yang Maha Kuasa yang telah menggerakkan hati dan pikiran ini sehingga mampu berusaha sekuat tenaga untuk menuntaskan dengan baik.

Sepenuhnya saya menyadari akan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang saya miliki, sehingga dalam penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan, baik dalam pembahasan maupun dalam sisi yang lain. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa saya harapkan sebagai bahan koreksi dalam penelitian selanjutnya. Besar harapan saya bahwa tesis ini dapat memberikan informasi dan manfaat yang seluas-luasnya bagi saya dan siapapun yang membacanya.

Surabaya, Agustus 2015

Penulis

Perkiraan Umur Kelelahan (*Fatigue Life*)
Konstruksi FSO (*Floating Storage and Offloading*)
Dengan Metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*

Nama Mahasiswa : Sumardiono
NRP : 4110 201 001
Pembimbing : Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D.
Ko-pembimbing : Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.

ABSTRAK

Thesis ini menyampaikan studi mengenai perkiraan umur kelelahan dari konstruksi FSO Arco Ardjuna yang beroperasi di perairan Laut Jawa Barat. Metode *full spectral* dan pendekatan tegangan hotspot diterapkan dalam studi ini. Sebagai tahapan awal, studi dilakukan melalui analisa beban gelombang, dengan bantuan piranti lunak hidrodinamika untuk memperoleh besaran respon struktur global (gaya geser vertikal dan momen lengkung vertikal). Respon struktur global ini merupakan input utama dalam analisa struktur global elemen hingga untuk memperoleh RAO tegangan setiap lokasi kritis. Analisa spektra kemudian dilakukan dan menghasilkan parameter-parameter stokastik yang digunakan untuk mengidentifikasi tegangan yang terjadi pada kondisi gelombang laut riil yang bersifat acak. Prosedur analisa kurun waktu pendek (distribusi Rayleigh) dan kurun waktu panjang (distribusi Weibull) dilakukan untuk memperoleh distribusi tegangan serta tegangan ekstrem dalam masa operasional FSO. Teori komulatif *Palmgren-Miner* digunakan untuk menghitung indeks kelelahan yang berkorelasi langsung dengan umur kelelahannya. Persamaan kelelahan terangkai, dengan parameter bentuk dari distribusi Weibull, digunakan untuk memperkirakan umur kelelahan pada lokasi struktur kritis lainnya pada FSO.

Kata kunci: *FSO, Metode Full Spectral, Respon Struktur Global, Umur Kelelahan*

Fatigue Life Prediction of FSO Hull Construction Using Spectral-Based Fatigue Analysis

Name : Sumardiono
NRP : 4110 201 001
Supervisor : Prof. Ir. Eko Budi Djatmiko, M.Sc., Ph.D.
Co-Supervisor : Ir. Handayanu, M.Sc., Ph.D.

ABSTRACT

This thesis addresses the prediction of fatigue life for hull construction of FSO Arco Ardjuna operated in the West Java Sea. The method is based on the full spectral analysis and hot-spot stress approach. In the early stage, the study is conducted to analyze the wave loads using a hydrodynamic model to derive the global structural responses (vertical shear forces and vertical bending moments). These global responses are then set as the main input for the global structure analysis using a finite element model to obtain stress RAO for each critical location. Spectral Analysis is then performed to generate stochastic parameters that are used to identify the stress occurrence in the real ocean waves, which are random in nature. The short-term analysis (Rayleigh distribution) and long-term analysis (Weibull distribution) are further performed to obtain the stress distribution as well as the extreme stress. Palmgren-Miner cumulative theory is next applied to calculate the fatigue damage directly correlated to the fatigue life. Closed-form fatigue equation, with the shape parameter of Weibull distribution, is then implemented to calculate the fatigue lifes at other critical locations in the FSO Structure.

Keyword : FSO, Full Spectral Analysis, Global Structural Responses, Fatigue Life

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1. Pandangan Umum	5
2.2. Floating Production Storage and Offloading (FPSO) dan Floating Storage and Offloading (FSO)	6
2.3. Pembebanan Pada Struktur Bangunan Laut	8
2.4. Analisa Struktur dan Respon Bangunan Laut	14
2.5. Respon Tegangan (<i>Stress</i>) Struktur	16
2.6. Metode Elemen Hingga	23
2.7. Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	25
2.8. Analisis Kelelahan Berbasis Spektral Gelombang	30

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
BAB 4 DATA PENELITIAN DAN PEMODELAN	43
4.1. Data Penelitian	43
4.2. Pemodelan Hidrodinamis	46
4.3. Pemodelan Struktur	47
4.4. Tahapan Proses Meshing dalam Analisa Struktur	54
4.5. Skenario Operasional	57
BAB 5 ANALISA BEBAN GELOMBANG	59
5.1 Analisa Respon Gerakan pada Gelombang Reguler	59
5.2 Analisa Respon Struktur Akibat Eksitasi Gelombang Reguler	64
5.3 Karakteristik Beban Gelombang Kurun Waktu Pendek	68
5.4 Karakteristik Beban Gelombang Kurun Waktu Panjang	71
BAB 6 ANALISA STRUKTUR	73
6.1 Lokasi Tinjauan Struktur	73
6.2 Meshing	74
6.3 Kondisi Batas	75
6.4 Aplikasi Pembebanan	78
6.5 Perhitungan Tegangan (Stress)	79
BAB 7 ANALISA SPEKTRAL RESPON TEGANGAN	83
7.1 Analisa Spektrum Energi Gelombang	83
7.2 Analisa Fungsi Transfer Tegangan (Stress RAO)	84
7.3 Analisa Spektra Tegangan Kurun Waktu Pendek	87
BAB 8 ANALISA UMUR KELELAHAN (FATIGUE LIFE)	93
8.1 Perhitungan Umur Kelelahan	93
8.2 Prediksi Umur Kelelahan dengan Persamaan Terangkai	96
8.3 Distribusi Tegangan Kurun Waktu Panjang	98

BAB 9 ANALISA KELELAHAN PADA PERAIRAN TAK TERBATAS	101
BAB 10 KESIMPULAN	107
10.1. Kesimpulan	107
10.2. Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Informasi Umum FSO Arco Ardjuna	8
Tabel 2.2 Amplitudo dan Tinggi Gelombang Sebuah Spektrum.....	11
Tabel 2.3 Parameter Kurva S-N Untuk Berbagai Macam Tipe Sambungan Las..	28
Tabel 3.1 Lokasi Kritis Obyek Penelitian	40
Tabel 4.1 Principle Particulars FSO Arco Ardjuna.....	43
Tabel 4.2 Diagram Sebaran Gelombang Perairan Laut Jawa Barat.....	45
Tabel 4.3 Validasi displacement hasil output MOSES	47
Tabel 4.4 Properties Material Konstruksi FSO Arco Ardjuna.....	52
Tabel 4.5 Kode Penamaan Sea State.....	58
Tabel 5.1 Perhitungan Gaya Geser Vertikal Kurun Waktu Pendek F-9	68
Tabel 5.2 Angka Stokastik Gaya Geser Vertikal Kode F-9	69
Tabel 5.3 Distribusi Gaya Geser Vertikal Kondisi Operasi F-9	70
Tabel 5.4 Rekapitulasi Gaya Geser Kurun Waktu Panjang	71
Tabel 6.1 Kondisi Batas Analisa Struktur	75
Tabel 6.2 Koefisien Kekakuan Spring	77
Tabel 7.1 Energi Gelombang untuk Mode Operasional F-7	83
Tabel 7.2 RAO Rentang Tegangan Pada Frame 20 Variasi Heading Angle	86
Tabel 7.3 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Head Sea	87
Tabel 7.4 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Beam Sea	88
Tabel 7.5 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Following Sea	88
Tabel 7.6 Angka Stokastik Analisa Rentang Tegangan Kurun Waktu Pendek – Mode F-7.....	89
Tabel 8.1 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kelelahan – Kurva S-N Class F	94
Tabel 8.2 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kelelahan – Kurva S-N Class E.....	95
Tabel 8.3 Hasil Perhitungan Parameter Bentuk Weibull	96
Tabel 8.4 Rekapitulasi Indeks dan Umur Kelelahan.....	97
Tabel 9.1 Data Sebaran Gelombang di Perairan Tidak Terbatas (ABS, 2010)...	101
Tabel 9.2 Analisa Spektral Respon untuk Kode Operasi C-5 Perairan Tak Terbatas	102

Tabel 9.3 Rekapitulasi Tegangan Kurun Waktu Panjang Perairan Tak Terbatas	103
Tabel 9.4 Perhitungan Parameter Bentuk Distribusi Weibull Perairan Tak Terbatas	104
Tabel 9.5 Rekapitulasi Umur Kelelahan Lokasi Kritis – Perairan Tak Terbatas	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bencana Alexander Kielland.....	1
Gambar 2.1 Proses Produksi, Penyimpanan dan Pemindahan Minyak	6
Gambar 2.2 FSO Arco Ardjuna	7
Gambar 2.3 Plot Bentuk Linier Kurva Distribusi Weibull	12
Gambar 2.4 Bentuk Umum RAO Gerakan Bangunan Apung	15
Gambar 2.5 RAO Tegangan Pada Geladak FSO	17
Gambar 2.6 Siklus Rentang Tegangan.....	17
Gambar 2.7 Jenis Tegangan dalam Analisa Kelelahan.....	18
Gambar 2.8 Ekstrapolasi Linier Tegangan Hotspot.....	20
Gambar 2.9 Fine Mesh pada Model Elemen Hingga.....	21
Gambar 2.10 Tegangan pada Suatu Titik.....	22
Gambar 2.11 Transformasi Tegangan Bidang	23
Gambar 2.12 Definisi Vektor Tegangan Elemen <i>Shell</i>	24
Gambar 2.13 Kurva Hubungan S dan N	29
Gambar 2.14 Spektrum Tegangan (Barltrop 1991).....	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Analisa Kelelahan FSO Arco Ardjuna.....	35
Gambar 3.2 Diagram Alir Analisa Beban Gelombang	37
Gambar 3.3 Diagram Alir Analisa Tegangan	38
Gambar 3.4 Diagram Alir Perhitungan Umur Kelelahan.....	41
Gambar 4.1 General Arrangement	44
Gambar 4.2 Lokasi Operasi FSO Arco Ardjuna	45
Gambar 4.3 Geometri Model Hidrodinamis	46
Gambar 4.4 Validasi displacement kondisi <i>full load</i> dan (b) <i>full ballast</i>	46
Gambar 4.5 Daerah Amidship FSO Arco Ardjuna	48
Gambar 4.6 Geometri Model untuk Deck dan Bottom	49
Gambar 4.7 Geometri Model untuk Web Transverse Frame	49
Gambar 4.8 Geometri Model untuk Ordinary Transverse Frame	50
Gambar 4.9 Geometri Model untuk Oil Tight Bulkhead	50
Gambar 4.10 Geometri Model untuk Swash Bulkhead	51

Gambar 4.11 Geometri Model untuk Center Girder.....	52
Gambar 4.12 Geometri Model FSO	53
Gambar 4.13 <i>Global Meshing</i> pada <i>Web Transverse</i>	54
Gambar 4.14 <i>Global Meshing</i> pada <i>Oil Tight Bulkhead</i>	55
Gambar 4.15 <i>Global Meshing</i> pada <i>Horizontal Girder</i>	55
Gambar 4.16 Pengaturan <i>Global Coarse Meshing</i>	56
Gambar 4.17 Pengaturan <i>Local Fine Mesh</i>	57
Gambar 4.18 <i>Fine Mesh</i> pada Sambungan LS-30 dan Frame 24	57
Gambar 4.19 Skenario Operasional.....	58
Gambar 5.1 <i>Command</i> pada MOSES	60
Gambar 5.2 Output RAO Gerakan Head Sea	60
Gambar 5.3 RAO Gerakan Translasional (a) Sway; (b) Surge; dan (c) Heave.....	61
Gambar 5.4 RAO Gerakan Rotational (a) Roll; (b) Pitch; dan (c) Yaw	63
Gambar 5.5 Output MOSES RAO Beban Gelombang Head Sea	65
Gambar 5.6 RAO Gaya Geser (a) Longitudinal; (b) Horisontal dan (c) Vertikal ..	66
Gambar 5.7 RAO Momen Lengkung (a) Torsi; (b) Vertikal dan (c) Horisontal ..	67
Gambar 5.8 Distribusi Rayleigh untuk Gaya Geser Vertikal Kode F-9	69
Gambar 5.9 Karakteristik Gaya Geser Vertikal Kurun Waktu Panjang.....	72
Gambar 5.10 Karakteristik Momen Lengkung Kurun Waktu Panjang	72
Gambar 6.1 Tinjauan Struktur Kritis	73
Gambar 6.2 Hasil Meshing (a) Global dan (b) Local Sizing Refinement	74
Gambar 6.3 Lokasi Rigidly Independent Point	76
Gambar 6.4 Jenis Tumpuan (a) Sketsa dan (b) Aplikasi ANSYS	76
Gambar 6.5 Aplikasi Pembebanan Pada Model Global	78
Gambar 6.6 Sketsa Aplikasi Gaya Geser dan Momen Lengkung	79
Gambar 6.7 Distribusi Tegangan Struktur Global.....	79
Gambar 6.8 Output Deformasi Global	80
Gambar 6.9 Pengukuran Tegangan dengan Fitur “Probe”	80
Gambar 6.10 Pengukuran Tegangan dengan Fitur “Path”	81
Gambar 7.1 Spektrum Energi Gelombang $T_p = 7.5$ detik Dengan Variasi Tinggi Gelombang.....	84

Gambar 7.2 RAO Tegangan Variasi Arah Datang Gelombang (a) Head Sea; (b) Beam Sea dan (c) Following Sea	85
Gambar 7.3 Proses Perhitungan Spektral Respon.....	87
Gambar 7.4 Kurva Spektrum Respon Tegangan Mode F-7.....	89
Gambar 7.5 Distribusi Rayleigh untuk Tegangan Mode Operasi F-7	90
Gambar 7.6 Intensitas Tegangan Terhadap Kenaikan H_s Untuk T_p 7.5 Detik.....	91
Gambar 7.7 Intensitas Tegangan Terhadap Kenaikan H_s Untuk Variasi T_p (a) Head Sea; (b) Beam Sea dan (c) Following Sea	91
Gambar 8.1 Perbandingan Umur Kelelahan Setiap Lokasi Kritis	97
Gambar 8.2 Hubungan Rentang Tegangan Ekstrem dan Umur Kelelahan	98
Gambar 8.3 Distribusi Tegangan Kurun Waktu Panjang.....	99
Gambar 9.1 Distribusi Rayleigh untuk Distribusi Tegangan Pada Sea State Kode C-5.....	102
Gambar 9.2 Kurva Rentang Tegangan Kurun Waktu Panjang Perairan Tak Terbatas	104
Gambar 9.3 Grafik Hubungan Rentang Tegangan Ekstrem dan Umur Kelelahan – Perairan Tak Terbatas	105
Gambar 9.4 Grafik Perbandingan Laut Jawa Barat dan Perairan Tak Terbatas untuk (a) Rentang Tegangan Ekstrem dan (b) Umur Kelelahan.....	106

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN-1	DATA FSO ARCO ARDJUNA
LAMPIRAN-2	ANALISA HIDRODINAMIS <i>MOSES</i>
LAMPIRAN-3	RAO BEBAN GELOMBANG
LAMPIRAN-4	ANALISA ELEMEN HINGGA ANSYS
LAMPIRAN-5	SPEKTRUM GELOMBANG
LAMPIRAN-6	RAO TEGANGAN
LAMPIRAN-7	SPEKTRAL RESPON GAYA GESER VERTIKAL
LAMPIRAN-8	SPEKTRAL RESPON MOMEN LENGKUNG VERTIKAL
LAMPIRAN-9	SPEKTRAL RESPON TEGANGAN HOTSPOT
LAMPIRAN-10	ANALISA KURUN WAKTU PANJANG
LAMPIRAN-11	PERHITUNGAN UMUR KELELAHAN

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai hal-hal yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian dengan topik yang diambil dan dalam kaitannya dengan perumusan masalah serta tujuan penelitian. Juga mengenai ruang lingkup dan batasan permasalahan yang digunakan.

1.1. Latar Belakang Penelitian

Dalam proses perancangan dan operasional bangunan laut (*offshore* maupun *onshore*), isu keselamatan (*safety issue*) merupakan tolok ukur kualitas bangunan laut terutama dalam aspek desain strukturnya. Kerusakan bangunan laut pada umumnya diakibatkan oleh kelelahan (*fatigue*) pada struktur, baik itu pada komponen struktur utama maupun struktur sekunder (Djarmiko, 2006). Penyebab utama bangunan laut mengalami kelelahan (*fatigue*) adalah karena beban lingkungan, terutama beban gelombang yang bersifat siklis (*cyclic*) dan berulang (*repetition*) sehingga struktur meresponnya dengan dinamis pula (Wirsching, 1987). Peristiwa terjadinya kegagalan struktur akibat *fatigue* seperti terjadi pada bangunan lepas pantai Alexander L. Kielland pada Maret 1980 (Gambar 1.1). Platform Kielland merupakan bangunan semi-submersible milik Norwegia yang dioperasikan di perairan ekofisk. Dari hasil investigasi yang dilakukan, penyebab runtuhnya bangunan ini adalah karena *fatigue crack* pada sambungan *bracing*-nya.



Gambar 1.1 Bencana Alexander Kielland
(Naess, 1985)

Aturan dan prosedur analisa *fatigue* pada bangunan laut terapung dalam perhitungan umur kelelahan konstruksi dapat ditemui pada aturan terbaru Biro Klasifikasi Indonesia – *Guidelines for Floating Productions Installations* yang baru diterbitkan pada tahun 2013 dengan mengadopsi aturan *American Bureau Shipping* dengan judul yang sama. Perhitungan *life time* didesain sampai 25 tahun dengan penerapan *Finite Element Analysis* dalam menganalisa kekuatan konstruksi kapal. Regulasi yang masih relatif baru ini tidak mudah untuk dipahami oleh *stake holder* dalam industri perkapalan. Oleh karena itu diperlukan adanya kajian akademis untuk mempelajari dan memahami sehingga diharapkan akan memberikan informasi yang benar mengenai cara dan tahapan-tahapan pemodelan serta perhitungannya.

Salah satu bangunan laut dalam industri minyak lepas pantai adalah FSO. Kecenderungan penggunaan FSO telah tumbuh dengan pesat. Menurut ODS-Petrodata, dari tahun 1999 sampai tahun 2009, peningkatan jumlah FSO sebesar 117% dan jumlah tersebut diperkirakan akan meningkat mencapai 200% pada tahun-tahun mendatang. Kajian dan penelitian mengenai *fatigue analysis* untuk memperkirakan umur kelelahan pada konstruksi FPSO dan FSO telah banyak dilakukan. Dari penelitian-penelitian yang dilakukan tersebut, diantara metode yang diadopsi adalah *Deterministic Fatigue Analysis* dan *Simplified Fatigue Analysis*. Sedangkan untuk kajian akademis mengenai analisa umur kelelahan dengan penerapan *Spectral Based Fatigue Methods* masih sangat jarang ditemukan.

Maka, dengan latar belakang itu penulis mengambil judul untuk penelitian ini **"Perkiraan Umur Kelelahan Konstruksi FSO dengan Metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*"**. Secara umum, penelitian ini akan memberikan pengetahuan mengenai perhitungan respon tegangan struktur yang terjadi pada lokasi kritis konstruksi lambung FSO dengan menggunakan *Finite Element Analysis*. Berbagai ketentuan dalam prosedur dengan menaati aturan-aturan yang tertuang dalam BKI - FPI, diantaranya terkait kondisi pembebanan, ketentuan-ketentuan dalam proses pemodelan dan mengenai lokasi bagian konstruksi atau sambungan yang ditinjau.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji secara mendalam pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik beban kurun waktu panjang pada FSO yang akan menimbulkan kelelahan?
2. Seberapa besar intensitas dan distribusi tegangan yang terjadi pada struktur kritis FSO dalam kurun waktu panjang?
3. Bagaimana penerapan metode *Spectral-Based Fatigue Analysis* dalam memperkirakan umur kelelahan (*fatigue life*) dari konstruksi FSO?
4. Berapakah umur kelelahan (*fatigue life*) dari konstruksi FSO dengan menggunakan metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*?

1.3. Tujuan Penelitian

Dalam menjawab perumusan masalah di atas, 4 (empat) tujuan pokok yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui karakteristik beban kurun waktu panjang pada FSO yang akan menimbulkan kelelahan.
2. Mengetahui intensitas dan distribusi tegangan yang terjadi pada struktur kritis FSO dalam kurun waktu panjang.
3. Mengetahui dan memahami alur tahapan proses penerapan metode *Spectral-Based Fatigue Analysis* dalam memperkirakan umur kelelahan (*fatigue life*) dari konstruksi FSO.
4. Mengetahui umur kelelahan (*fatigue life*) dari konstruksi FSO dengan menggunakan metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*.

1.4. Batasan Masalah

Agar kajian analisa dan pembahasan mengenai permasalahan tidak melebar ke hal-hal di luar tujuan penelitian, maka penulis memberikan batasan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Bangunan laut yang dijadikan objek penelitian adalah FSO Arco Ardjuna dengan kapasitas muatan 1.000.000 barrel milik Pertamina Hulu Energi – Offshore North West Java.
2. FSO dianggap dalam kondisi terapung bebas tanpa tambat.

3. Kondisi muatan FSO hanya dipertimbangkan dalam analisa adalah kondisi muatan penuh (98%).
4. Arah datang gelombang yang dipertimbangkan dalam analisa adalah head sea, beam sea dan following sea.
5. Respon struktur berupa gaya geser dan momen lengkung yang dipertimbangkan dalam analisa respon tegangan adalah gaya geser vertikal akibat gerakan heaving dan momen lengkung akibat gerakan pitching.
6. Beban eksternal berupa beban arus dan angin diabaikan.
7. Beban tambahan dari *topside modul* diabaikan.
8. Data gelombang di perairan Laut Jawa Barat dianggap valid dan akurat.
9. Proses pemodelan elemen hingga mengikuti ketentuan sebagaimana diatur dalam *Biro Klasifikasi Indonesia – Floating Production Installations (BKI – FPI) 2013*.
10. Tanpa memperhitungkan “*existing condition*”. Artinya kondisi FSO sebelum dikonversi diabaikan.

1.5. Manfaat Penelitian

Analisa umur kelelahan konstruksi FSO dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui dan memahami prosedur perhitungan umur kelelahan konstruksi FSO dengan metode *Spectral Based-Fatigue Analysis*, mulai dari perhitungan beban gelombang dan proses analisa *finite element* mencakup aturan meshing pada model, kondisi pembebanan dan kondisi batas.
2. Informasi yang benar mengenai tahapan proses pemodelan dan analisa berdasarkan BKI-FPI yang disajikan dalam penelitian ini akan memberikan pengetahuan yang bisa dijadikan pegangan untuk permasalahan serupa di industri perkapalan, khususnya dalam hal perencanaan awal (*basic design*) dan pemeriksaan berkala (*annual inspection*).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Dasar teori dan tinjauan pustaka yang menjadi sumber referensi dalam penelitian dijelaskan pada bab ini. Secara rinci tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian ini, dasar-dasar teori dan persamaan-persamaan yang digunakan dalam penelitian dicantumkan dalam bab ini.

2.1. Pandangan Umum

Struktur bangunan apung sangat dipengaruhi oleh beban lingkungan yang besarnya bervariasi sejalan dengan perubahan waktu. Aspek utama yang paling berpengaruh adalah kondisi dari lokasi operasi, seperti kondisi cuaca lokal yaitu gelombang dan angin. Kondisi lingkungan yang bervariasi ini akan mengakibatkan fluktuasi tegangan pada komponen struktur bangunan lepas pantai, salah satunya adalah *Floating Storage and Offloading* (FSO). Proses fluktuasi tegangan tersebut disebut sebagai kerusakan kelelahan struktur (*fatigue damage*). *Fatigue damage* pada FSO ini disebabkan oleh beban gelombang air laut yang karakteristiknya *irregular* dan tidak dapat diprediksi (Choung & Yoon, 2008).

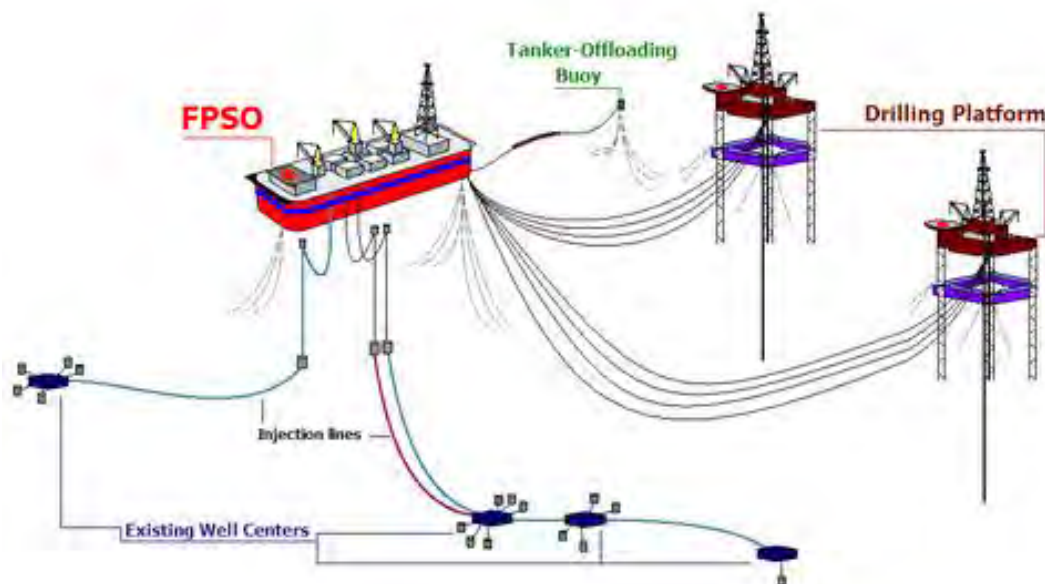
Kontrol dari kelelahan ini sangat bergantung pada data karakteristik dan kondisi lingkungan sekitar, karena hal ini digunakan sebagai acuan bahwa FSO tersebut dapat bertahan hingga beberapa dekade tanpa *docking* untuk perawatannya (Oh, Sim & Shin, 2003). Perkiraan umur kelelahan (*fatigue life*) didasarkan pada beban fluktuatif yang akan diterima struktur selama masa operasi. Sehingga untuk mengetahui umur kelelahan struktur dapat dilakukan setelah memperoleh informasi kondisi beban yang diterima struktur selama operasi yakni dengan menggunakan persamaan *Palmgren-Miner*.

Hampir seluruh *class rules* menggunakan data gelombang *north atlantic* sebagai dasar untuk semua jenis kapal tanker yang mengangkut barang dan beroperasi di berbagai tempat (*ocean going*). Namun untuk struktur FSO dirasa kurang tepat apabila menggunakan data lingkungan perairan tersebut karena FPSO dan FSO tidak berlayar melainkan hanya diam di suatu perairan sebagai

daerah operasinya. Oleh karena itu, data kondisi lingkungan yang digunakan juga harus merupakan data kondisi lingkungan setempat. Data kondisi lingkungan yang digunakan dalam analisa kekuatan FPSO dan FSO minimal merupakan data 25-tahunan sedangkan untuk analisa kelelahan adalah data 1-tahunan.

2.2. Floating Production Storage and Offloading (FPSO) dan Floating Storage and Offloading (FSO)

FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) merupakan salah satu bangunan laut terapung di industri lepas pantai yang difungsikan sebagai sarana produksi sekaligus sebagai sarana penyimpanan. Fasilitas di atas geladak dirancang untuk menerima hidrokarbon dari platform terdekat atau instalasi bawah laut, kemudian memprosesnya dan sekaligus menyimpannya di dalam tangki-tangki pada lambungnya sebelum produk minyaknya ditransfer ke kapal-kapal tanker pengangkut melalui *pipeline* untuk didistribusikan (Gambar 2.1). Konsep FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) pada dasarnya diperkenalkan untuk menggantikan sistem kombinasi anjungan produksi dengan fasilitas penyimpanan terapung atau *Floating Storage Offloading* (FSO).



Gambar 2.1 Proses Produksi, Penyimpanan dan Pemandahan Minyak

(<http://en.wikipedia.org>)

Pemilihan FPSO dan FSO efektif untuk daerah terpencil atau laut dalam dimana penggunaan pipa dasar laut tidak efektif terutama dari sisi biaya mengingat jauhnya dan panjangnya pipa dari fasilitas pengolahan ke terminal darat. Hal ini dapat memberikan solusi yang ekonomis untuk ladang minyak yang lebih kecil yang dapat habis dalam beberapa tahun dan terbatasnya biaya instalasi pipa. Selanjutnya, setelah cadangan minyak di lading tersebut habis, FPSO dapat dipindahkan ke lokasi lading minyak yang baru.

Seiring dengan realita bahwa kebutuhan terhadap FPSO dan FSO semakin meningkat, pembangunannya dapat berupa bangunan baru maupun melalui proses modifikasi atau konversi dari kapal tanker yang sudah ada. Pemilihan kapal tanker yang sesuai untuk konversi menjadi FPSO dapat berdasarkan informasi desain dasar (kriteria desain, metodologi dan *code*), umur dan kondisi kapal serta proses operasional dan perawatan (Lloyd Register, 2003). Salah satu contoh FSO hasil konversi atau modifikasi adalah FSO Arco Ardjuna. Gambar 2.2 menampilkan FSO Arco Ardjuna yang beroperasi di perairan Laut Jawa Barat, Indonesia.



Gambar 2.2 FSO Arco Ardjuna

FSO Arco Ardjuna inilah yang akan dijadikan obyek perhitungan umur kelelahan konstruksi dalam penelitian ini. Informasi umum mengenai FSO ini disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Informasi Umum FSO Arco Ardjuna

IMO number	8765606
Name of the ship	ARCO ARDJUNA
Type of ship	FLOATING STORAGE/PRODUCTION
Gross tonnage	53734 tons
DWT	135498 tons
Year of build	1972
Builder	MHI NAGASAKI SHIPYARD & ENGINE WORKS - NAGASAKI, JAPAN
Flag	INDONESIA
Home port	JAKARTA
Class society	AMERICAN BUREAU OF SHIPPING
Manager & owner	PERTAMINA TRANS KONTINENTAL - JAKARTA, INDONESIA

2.3. Pembebanan Pada Struktur Bangunan Laut

Struktur bangunan laut mengalami berbagai macam pembebanan selama masa operasinya. Beban-beban tersebut antara lain beban hidup (*live load*), beban mati (*dead load*), beban akibat kecelakaan (*accidental load*) dan beban lingkungan (*environmental load*). Beban lingkungan adalah beban yang terjadi karena dipengaruhi oleh lingkungan dimana suatu bangunan lepas pantai dioperasikan atau bekerja. Beban lingkungan yang perlu diperhitungkan antara lain :

1. Beban Gelombang (*Wave-induced Loads*)
2. Beban Angin (*Wind-induced Loads*)
3. Beban Arus (*Current-induced Loads*)

2.3.1. Beban Gelombang

Battacharyya (1978) menyatakan gelombang laut terbentuk karena permukaan laut terkena hembusan angin terus menerus. Besarnya gelombang tergantung dari intensitas, jangka waktu, dan jarak angin berhembus (*fetch length*). Gelombang menyerap energi dari angin, dan sebaliknya mengeluarkan energi untuk penyebaran.

Beban gelombang merupakan beban terbesar yang ditimbulkan oleh beban lingkungan pada bangunan lepas pantai (*offshore structure*). Perhitungan beban

gelombang dapat direpresentasikan dengan perhitungan gaya gelombang. Berbagai formulasi perhitungan gaya gelombang telah dikembangkan dengan pendekatan yang berbeda-beda, yaitu Persamaan Morison, Gaya Froude-Krylov dan Teori Difraksi.

Teori perhitungan gaya gelombang yang tepat untuk analisa *motion* pada FSO adalah teori difraksi. Dalam teori ini bilamana suatu struktur mempunyai ukuran yang relatif besar, yakni memiliki ukuran yang kurang lebih sama dengan panjang gelombang, maka keberadaan struktur ini akan mempengaruhi timbulnya perubahan arah pada medan gelombang disekitarnya. Dalam hal ini difraksi gelombang dari permukaan struktur harus diperhitungkan dalam evaluasi gaya gelombang.

Untuk gaya gelombang *time series* dapat dibangkitkan dari spektrum gelombang. Gaya gelombang *first order* :

$$F_{wv}^{(1)}(t) = \sum_{i=1}^N F_{wv}^{(1)}(\omega_i) \cos[\omega_i t + \varepsilon_i] a_i \dots\dots\dots 2.1$$

dimana :

$F_{wv}^{(1)}(t)$ = gaya gelombang *first order* tergantung waktu

$F_{wv}^{(1)}(\omega)$ = gaya *exciting* gelombang *first order* per unit amplitudo gelombang tergantung waktu

ε_i = sudut fase komponen gelombang *first order*

a_i = amplitudo komponen gelombang *first order* = $\sqrt{2 S_{(\omega)} d_{\omega}}$

$S_{(\omega)}$ = fungsi kepadatan spektra gelombang

Sedangkan gaya gelombang *second order* diformulasikan sebagai berikut:

$$F_{wv}^{(2)}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N a_i a_j D_{ij} \cos [(\omega_i - \omega_j)t + (\varepsilon_i - \varepsilon_j)] \dots\dots\dots 2.2$$

dimana :

D_{ij} = *drift force* per unit amplitudo gelombang

2.3.2. Teori Spektrum JONSWAP

Analisis spektrum gelombang dapat menggunakan beberapa teori spektrum gelombang yang telah ada, antara lain model spektrum JONSWAP, Pierson-Moskowitz, ISSC ataupun ITTC. Pemilihan teori spektrum gelombang didasarkan pada kondisi riil dari perairan yang ditinjau. Dalam penggunaan model matematis, penerapan spektrum biasanya menggunakan parameter tunggal atau lebih, misalnya tinggi gelombang signifikan (H_s), periode gelombang (T), faktor permukaan (η).

Untuk perairan tertutup, analisa spektrum gelombang banyak menggunakan teori spektrum gelombang JONSWAP. Persamaan spektrum JONSWAP dikemukakan oleh Hasselman et al (1973) berdasarkan percobaan yang dilakukan di daerah *north sea*. Formula atau persamaan untuk spektrum JONSWAP ditulis dari modifikasi persamaan *Pierson-Moskowitz* (Chakrabarti, 1987) yaitu:

$$S(\omega) = \bar{\alpha} g^2 \omega^{-5} \exp\left(-1.25 \left[\frac{\omega}{\omega_p}\right]^{-4}\right) * \gamma^{\left[\exp(-(\omega-\omega_p)^2)/(2\sigma^2 \omega_p^2)\right]} \dots\dots\dots 2.3$$

dengan:

$S_{(\omega)}$ = Spektrum gelombang (m^2 -det/rad)

γ = Parameter puncak (*peakedness parameter*)

ω = Frekuensi gelombang (*wave frequency*) dalam rad/s

ω_p = Frekuensi puncak (*peak frequency*) dalam rad/s

σ = 0.07 untuk $\omega < \omega_p$; 0.09 untuk $\omega > \omega_p$

$\bar{\alpha}$ = $0.0076 (X_0)^{-0.22}$, dimana $X_0 = \frac{gX}{U_\omega}$; Untuk X_0 yang tidak diketahui $\bar{\alpha} = 0.0081$.

Persamaan JONSWAP dewasa ini banyak dipakai untuk analisis bangunan lepas pantai di Indonesia dengan mengambil harga γ sekitar 2.0 s.d. 2.5. Artinya menurunkan puncak spektra, atau dengan kata lain dominasi tidak terkonsentrasi pada periode atau frekuensi gelombang tertentu saja.

Spektrum JONSWAP memiliki 5 parameter, tetapi hanya 2 parameter yang secara umum divariasikan dalam aplikasinya, yaitu T_0 (periode gelombang) dan H_s (tinggi gelombang signifikan). Berikut ini merupakan persamaan spektrum

JONSWAP yang menggunakan input periode dan tinggi gelombang signifikan (Djarmiko, 1992) :

$$S_{(\omega)} = 155 \frac{H_s^2}{T^4 \omega^4} \exp\left(\frac{-944}{T^4 \omega^4} \gamma^\alpha\right) \dots\dots\dots 2.4$$

Tabel 2.2 Amplitudo dan Tinggi Gelombang Sebuah Spektrum

Profil Gelombang	Amplitudo	Tinggi Gelombang
Gelombang Rata-rata	$1.25 (m_0)^{1/2}$	$2.50 (m_0)^{1/2}$
Gelombang signifikan	$2.00 (m_0)^{1/2}$	$4.00 (m_0)^{1/2}$
Rata-rata 1/10 Gelombang tertinggi	$2.55 (m_0)^{1/2}$	$5.09 (m_0)^{1/2}$
Rata-rata 1/100 Gelombang tertinggi	$3.44 (m_0)^{1/2}$	$6.67 (m_0)^{1/2}$

Persamaan pada Tabel 2.2 di atas (Bhattacharya, 1978) lebih memudahkan untuk menghitung variabel-variabel dari profil gelombang, dimana faktor di depan $\sqrt{m_0}$ diperoleh berdasarkan kurva tinggi gelombang dengan pendekatan matematis dari distribusi weibull.

2.3.3. Distribusi Weibull

Dalam perhitungan beban gelombang, gelombang yang digunakan adalah gelombang *return period* untuk 1 tahunan, 10 tahunan dan 100 tahunan. Periode ulang gelombang atau *wave return period* dapat dicari dengan analisis gelombang kurun waktu panjang [LTWA (*long-term wave analysis*)]. LTWA adalah analisis yang dilakukan terhadap kumpulan data-data gelombang yang telah diperoleh dalam kurun waktu tahunan (minimal 1 tahun). Data gelombang kurun waktu panjang umumnya disajikan dalam tabel yang dikenal sebagai diagram sebaran gelombang (*wave scatter diagram*).

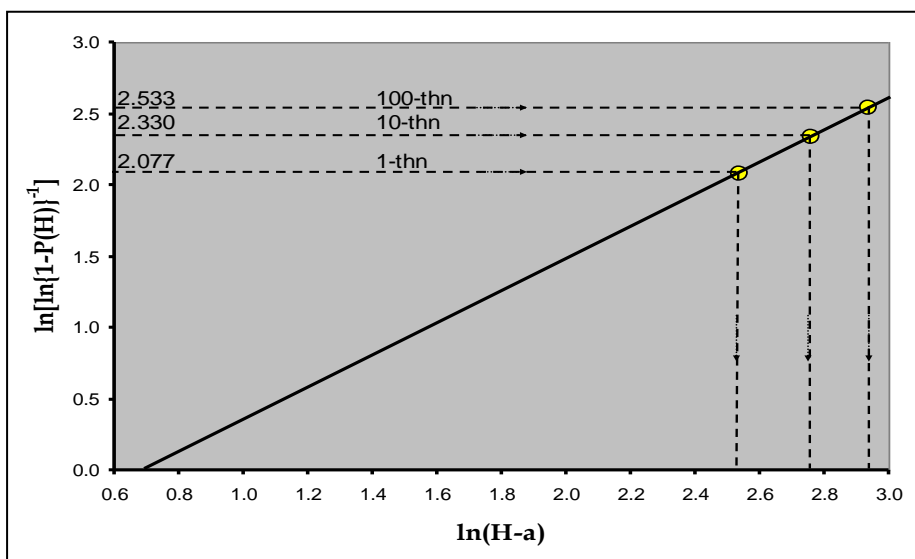
Distribusi gelombang dalam kurun waktu panjang dapat didekati dengan distribusi kontinyu dari Weibull. Persamaan linier dari fungsi kepadatan peluang [PDF] (*probability density function*) diberikan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\left[\ln \left\{ \frac{1}{1-P(H)} \right\} \right] = \xi \ln x - \xi \ln \lambda \dots\dots\dots 2.5$$

dengan :

- $P(H)$ = Peluang terjadinya gelombang
- ξ = Parameter bentuk dengan harga umum antara 0,75 s.d. 2,0;
Sedangkan untuk gelombang laut umumnya berkisar antara 0,9 s.d. 1,1 (Naess: 0,7 s.d. 1,3)
- λ = Parameter skala yang harganya tergantung dari harga ekstrim variabel x ; atau untuk gelombang laut adalah harga tinggi ekstremnya, yakni yang terjadi sekali dalam kurun waktu panjang (m).
- x = Intensitas obyek/parameter yang ditinjau; misalnya tinggi gelombang, sehingga $x = H$.

Pendekatan Distribusi Weibull bisa dilakukan dengan kurva berbentuk garis lurus bila variabel x pada ruas kanan persamaan di atas diganti dengan $(H - a)$. Variabel a disini adalah ukuran ambang tinggi gelombang (*threshold wave height*), yaitu tinggi gelombang terkecil yang terjadi di suatu perairan. Untuk perairan tertutup a dapat mempunyai harga sangat kecil (≈ 0), sedangkan untuk perairan terbuka dapat mempunyai harga antara 0.5 s.d. 2.0 m. Kurva distribusi Weibull akan mempunyai bentuk garis lurus jika digambarkan pada grafik yang mengkorelasikan $\ln\{\ln[1/(1-P(H))]\}$ sebagai ordinat dan $\ln(H - a)$ sebagai absisnya (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Plot Bentuk Linier Kurva Distribusi Weibull

Kurva distribusi weibull ini akan bervariasi tergantung pada parameter-parameternya. Yang terpenting adalah parameter bentuk ξ yang menunjukkan model kurva. Apabila $\xi = 1.0$ maka fungsi weibull turun sampai dengan eksponensial dan apabila $\xi = 3.5$, weibull mendekati distribusi normal. Sementara itu parameter skala λ berkaitan dengan puncak kurva. Apabila λ berubah, maka kurva menjadi lebih datar atau lebih memuncak.

2.3.4. Formulasi Gaya Geser dan Momen Lengkung

Formulasi dasar respon struktur pada prinsipnya merupakan transformasi tekanan dinamis gelombang pada elemen-elemen struktur bangunan laut menjadi gaya-gaya dan momen internal, dengan memasukkan tekanan dinamis akibat pengaruh gerakan. Evaluasi respon struktur disederhanakan dalam momen lengkung vertikal dan gaya geser vertikal. Momen lengkung vertikal merupakan penyebab beban akibat gelombang yang paling dominan terhadap struktur terapung. Berdasarkan *BKI – FPI (2013)*, perhitungan beban gelombang momen lengkung vertikal dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$M_{wv-hog} = f_{prob} 0.19 f_{wv-v} C_{wv} L^2 B C_b \dots\dots\dots 2.6$$

$$M_{wv-sag} = -f_{prob} 0.11 f_{wv-v} C_{wv} L^2 B (C_b + 0.7) \dots\dots\dots 2.7$$

Gaya geser vertikal juga merupakan penyebab utama tegangan geser pada struktur kapal. Perhitungan beban dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{wv-pos} = 0.3 f_{qwv-pos} C_{wv} L B (C_b + 0.7) \dots\dots\dots 2.8$$

$$Q_{wv-neg} = -0.3 f_{qwv-neg} C_{wv} L B (C_b + 0.7) \dots\dots\dots 2.9$$

dengan:

f_{wv-v} = faktor distribusi untuk *vertical wave bending moment*

f_{qwv} = faktor distribusi untuk *vertical shear force*

C_{wv} = Koefisien gelombang

L = Panjang kapal, m

B = Lebar kapal, m

C_b = Block coefficient

f_{prob} = diambil 0.5

2.4. Analisa Struktur dan Respon Bangunan Laut

2.4.1. Analisa Struktur Bangunan Laut

Menurut Zhao, Bai & Shin (2001), prosedur umum untuk analisis struktur FPSO adalah sebagai berikut :

1. Menetapkan profil untuk FPSO berdasarkan operasinya yang secara signifikan berpengaruh pada beban geladak dan tangki penyimpanan (*storage*) serta respon gerakan globalnya.
2. Menentukan serangkaian bentuk pembebanan statis dari geladak dan tangki.
3. Menghitung gerakan global FPSO dengan *mooring* dan *riser system* serta gaya hidrodinamik pada setiap *load case*.
4. *Load case* untuk setiap struktur penguat lambung divariasikan berdasarkan arah tinggi serta frekuensi terjadinya gelombang, termasuk juga komponen-komponen beban statis pada deck dan tangki dalam, beban statis dari struktur, gaya hidrodinamik, gaya hidrostatik, beban struktur internal dan sloshing tangki internal akibat gerakan kapal.
5. Melakukan *structural analysis* untuk menghitung *Response Amplitude Operators* (RAO) dari setiap frekuensi gelombang (ω), arah gelombang (α) dan *loading pattern*. Setiap kondisi dari frekuensi, arah dan *loading condition* dari gelombang membentuk suatu variasi *load case* yang beragam.

2.4.2. Analisa Respon Bangunan Laut

Sebagaimana diketahui bahwa gelombang acak merupakan superposisi dari gelombang reguler dalam jumlah yang tidak berhingga. Hal ini mendasari bahwa respon yang terjadi pada struktur bangunan laut akibat gelombang acak dalam setiap frekuensi dapat diaproksimasi dengan mengakomodir hasil analisa gelombang reguler. Analisa respon akibat gelombang acak kemudian dapat diketahui dengan menggunakan metode spektra. Amplitudo pada suatu respon secara umum hampir sama dengan amplitudo gelombang. Bentuk normal suatu respon dari sistem linier tidak berbeda dengan bentuk amplitudo gelombang dalam fungsi frekuensi.

Respon yang terjadi akibat eksitasi gelombang reguler dalam rentang frekuensi yang mengenai struktur bangunan laut disajikan dalam bentuk sebuah fungsi *Response Amplitude Operator* (RAO). RAO ini merupakan media untuk mentransfer beban gelombang dalam bentuk respon dinamis pada suatu struktur. Oleh karena alasan itu RAO seringkali disebut *Transfer Function*.

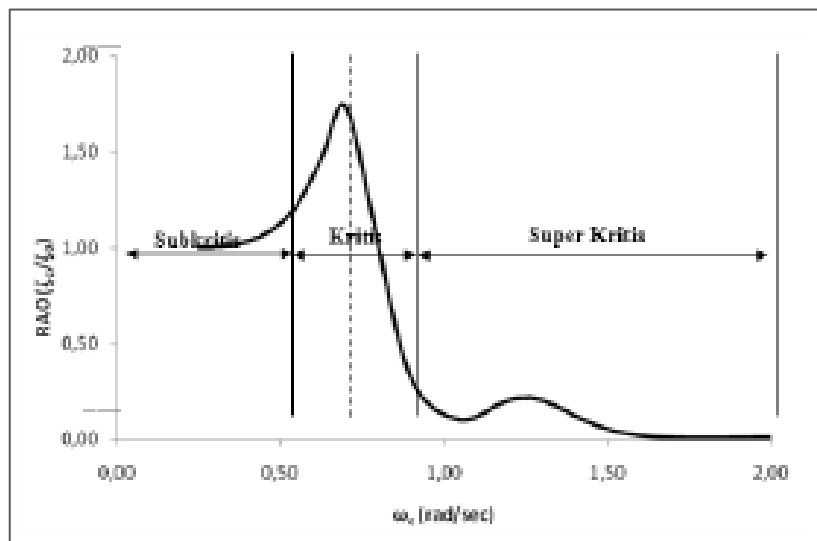
Menurut Chakrabarti (2005), bentuk umum dari persamaan RAO dalam fungsi frekuensi adalah $Response(\omega) = (RAO)h(\omega)$ dengan h = amplitudo gelombang dalam satuan meter. Sedangkan persamaan RAO dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$RAO(\omega) = \frac{X_p(\omega)}{\eta(\omega)} \dots\dots\dots 2.10$$

dengan:

$X_p(\omega)$ = Amplitudo respon struktur

$\eta(\omega)$ = Amplitudo gelombang



Gambar 2.4 Bentuk Umum RAO Gerakan Bangunan Apung

Berdasarkan Gambar 2.4 di atas (Djarmiko, 2012), kurva respons gerakan bangunan apung pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Pertama adalah bagian frekuensi rendah, atau gelombang (dengan periode) panjang, yang disebut daerah sub-kritis. Pada daerah ini bangunan laut akan bergerak mengikuti pola atau kontur elevasi gelombang yang panjang, sehingga amplitudo gerakan kurang lebih

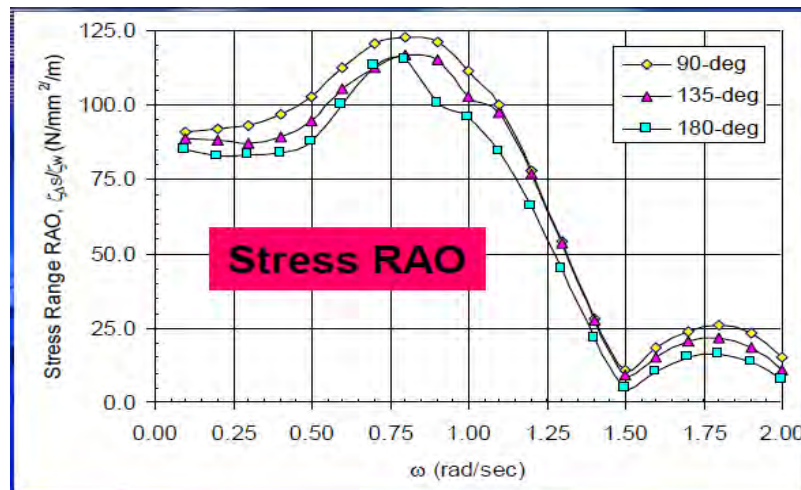
akan ekuivalen dengan amplitudo gelombang, atau disebut sebagai *contouring*.

2. Kedua adalah daerah kritis, meliputi pertengahan lengan kurva di sisi frekuensi rendah sampai dengan puncak kurva dan diteruskan ke pertengahan lengan kurva di sisi frekuensi tinggi. Puncak kurva berada pada frekuensi alami, yang merupakan daerah resonansi, sehingga respons gerakan mengalami magnifikasi, atau amplitudo gerakan akan beberapa kali lebih besar daripada amplitudo gelombang
3. Ketiga adalah daerah super kritis, yaitu daerah frekuensi tinggi, atau gelombang-gelombang (dengan periode) pendek. Pada daerah ini respons gerakan akan mengecil. Semakin tinggi frekuensi, atau semakin rapat antara puncak gelombang yang berurutan, maka akan memberikan efek seperti bangunan laut bergerak di atas air yang relatif datar. Oleh karena itu gerakan bangunan laut diistilahkan sebagai *platforming*.

Karakteristik kurva respon gerakan bangunan apung pada mode tanpa kekakuan, yakni *surge*, *sway*, dan *yaw*, tidak mempunyai bagian yang melonjak secara tajam akibat resonansi. Jika ada kenaikan pada bagian tertentu, maka kenaikan kurva tersebut adalah sebagai efek kopel dengan gerakan lainnya yang mempunyai resonansi.

2.5. Respon Tegangan (*Stress*) Struktur

Amplitudo respon struktur bangunan laut yang tercantum dalam formulasi dasar RAO dapat meliputi beberapa macam respon, diantaranya adalah berupa gerakan, beban gelombang dan tegangan. Jenis RAO respon yang digunakan menyesuaikan dengan tujuan analisisnya. Sebagai misal untuk mengetahui tentang perilaku gerakan bangunan laut di atas gelombang, yang diistilahkan *seakeeping*, maka jenis RAO yang digunakan adalah RAO gerakan. Begitupun juga pada saat melakukan analisa kelelahan struktur bangunan laut, RAO yang digunakan adalah RAO tegangan. Gambar 2.5 menyajikan salah satu contoh RAO tegangan pada bagian geladak FSO 35.000 DWT (Djarmiko, 2007).



Gambar 2.5 RAO Tegangan Pada Geladak FSO

2.5.1. Siklus Rentang Tegangan

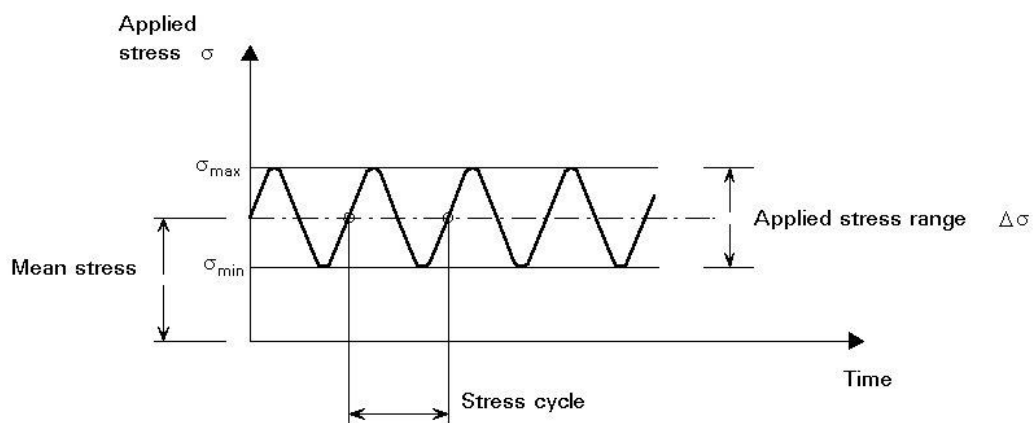
Menurut Paik dan Thayamballi (2007), dalam penaksiran *fatigue damage* suatu sambungan las struktur, poin utama yang perlu diperhatikan adalah rentang siklus tegangan maksimum dan minimum dengan tegangan rata-rata, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Ketika tegangan maksimum dan minimum dinyatakan dalam σ_{\max} dan σ_{\min} , maka tegangan rata-rata (*mean stress*) dinyatakan sebagai berikut :

$$\sigma_{\text{mean}} = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} \dots\dots\dots 2.11$$

Dan rentang tegangan (*stress range*) dinyatakan dengan:

$$\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min} = 2\sigma_a \dots\dots\dots 2.12$$

dimana σ_a disebut sebagai “*stress amplitude*”.



Gambar 2.6 Siklus Rentang Tegangan

Untuk perhitungan rentang tegangan dalam analisa fatigue, jenis tegangan (Gambar 2.7) dibedakan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Tegangan Nominal (*Nominal Stress*)

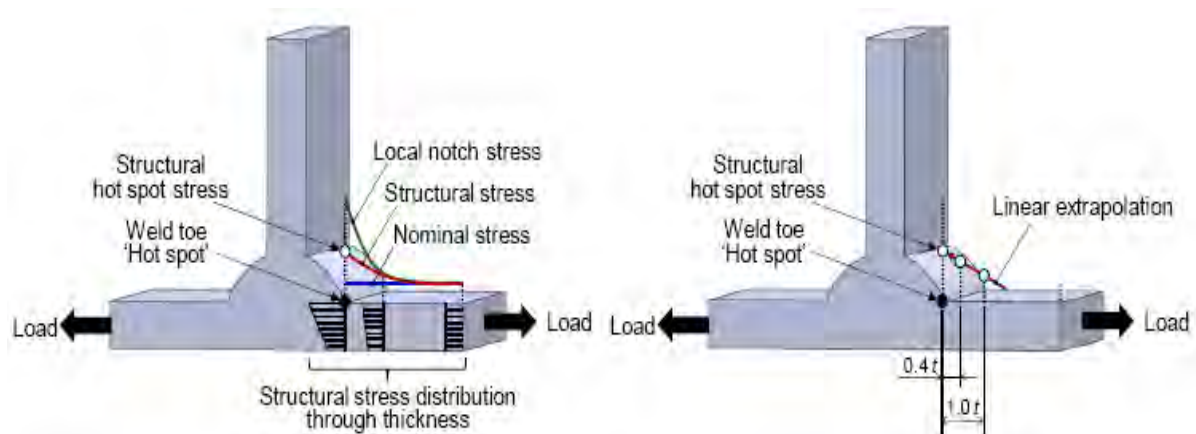
Tegangan nominal didefinisikan sebagai tegangan yang diperoleh dari model *finite element method* dengan *meshing* yang agak kasar berdasar pada beban yang digunakan dan dimensi dari komponen. Ketika menghitung tegangan nominal, meningkatnya tegangan karena adanya diskontinuitas pada geometri struktur dan kualitas las-lasan dapat diabaikan.

2. Tegangan Hotspot (*Hot-spot Stress*)

Hot-spot stress didefinisikan sebagai tegangan lokal pada daerah kritis (*hot spot*) dalam detail struktur dimana retak karena kelelahan dapat terjadi. Dalam kasus ini meningkatnya tegangan karena perubahan komponen geometri cukup diperhitungkan, namun efek dari kualitas las-lasan tidak diperhatikan.

3. Tegangan Takik (*Notch Stress*)

Notch stress didefinisikan sebagai tegangan lokal yang meningkat pada suatu *notch*, yaitu pada kaki las atau di daerah tepi dari suatu potongan. Pendekatan *notch stress* memperhitungkan konsentrasi tegangan yang disebabkan oleh kualitas las-lasan.



Gambar 2.7 Jenis Tegangan dalam Analisa Kelelahan

2.5.2. Tegangan Hotspot

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa tegangan hotspot merupakan tegangan lokal yang terjadi di daerah sekitar lokasi indikasi keretakan. Untuk memperoleh tegangan hotspot ini, sangat diperlukan informasi mengenai geometri struktur lokal secara detail. Mengingat tegangan yang terjadi pada lokasi retak ini sangat dipengaruhi oleh geometri lokal struktur, maka dalam proses pemodelan geometrinya sendiri diperlukan ketelitian dan kesempurnaan. Bahkan pada beberapa daerah tertentu pada struktur, metode yang lebih canggih harus dilakukan untuk memastikan tingkat keakurasian dari output tegangan lokal yang dihasilkan.

Untuk analisa kelelahan struktur dengan pendekatan tegangan hotspot, terdapat beberapa metode dalam menentukan tegangan hotspot ini. Metode yang pertama dan paling umum ditemui adalah dengan penerapan faktor konsentrasi tegangan (*stress concentration factor (SCF)*). Faktor konsentrasi tegangan terjadi pada detail struktur sebagai akibat dari adanya diskontinuitas geometri seperti lubang atau retakan.

Rentang tegangan nominal perlu dikalikan dengan SCF untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada kaki las (weld toe). *Stress concentration factor* karena efek geometri dinyatakan sebagai berikut :

$$SCF = \frac{\sigma_{hotspot}}{\sigma_{nominal}} \dots\dots\dots 2.13$$

Dari penjelasan di atas dapat dinyatakan bahwa *stress concentration factor* adalah rasio perbandingan antara rentang tegangan *hotspot* dengan rentang tegangan nominal. Persamaan umum dari *SCF* adalah :

$$SCF = SCF_g \times SCF_w \times SCF_{te} \times SCF_{ta} \times SCF_n \dots\dots\dots 2.14$$

dimana :

SCF_g = Faktor konsentrasi tegangan akibat bentuk kasar dari detil struktur

SCF_w = Faktor konsentrasi tegangan akibat bentuk las-lasan

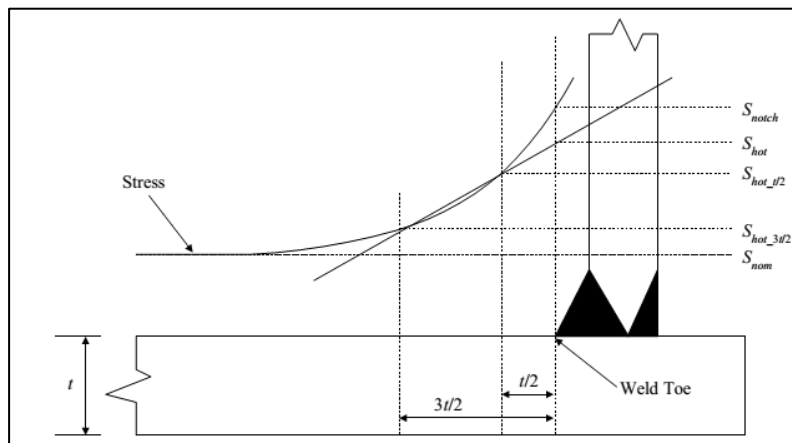
SCF_{te} = Faktor konsentrasi tegangan tambahan karena toleransi keanehan bentuk (biasanya digunakan hanya untuk sambungan pelat)

SCF_{ta} = Faktor konsentrasi tegangan tambahan karena ketidaktepatan sudut (biasanya digunakan hanya untuk sambungan pelat)

SCF_n = Faktor konsentrasi tegangan tambahan untuk penguat yang tidak simetris pada panel yang mendapat beban dari samping, dapat dipakai saat tegangan nominal didapat dari analisis balok sederhana (*simple beam analysis*).

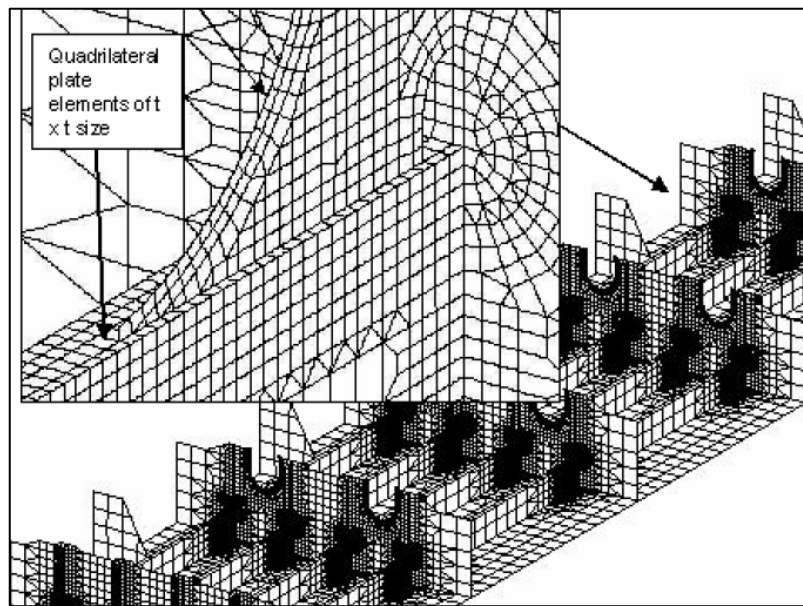
SCF berbeda-beda sesuai dengan variasi bentuk sambungan dan tipe las-lasan. Dan untuk tujuan praktis, SCF sudah diberikan oleh klasifikasi.

Det Norske Veritas seperti yang tercantum pada Classification Notes No.30.7 (2014) menggunakan faktor pengali sebesar 1.12 terhadap tegangan nominalnya dalam hal penerapan model elemen hingga dengan menggunakan elemen shell dimana tegangan nominal diukur pada jarak $0.5t$ ($0.5 \times$ ketebalan pelat) dari akar las. Metode lainnya dalam perhitungan tegangan hotspot yaitu dengan ekstrapolasi linier (Gambar 2.8). Dibandingkan dengan metode lainnya, metode ini dirasa paling baik dalam hal tingkat akurasinya, namun kurang efektif dalam keperluan praktis.



Gambar 2.8 Ekstrapolasi Linier Tegangan Hotspot

Penggunaan model tiga dimensi dan metode elemen hingga dalam perkembangannya dewasa ini memberikan metode alternatif baru dalam perhitungan tegangan hotspot. Dalam proses meshing yang harus dilalui dalam analisa struktur dengan metode elemen hingga dikenal istilah *fine mesh* (Gambar 2.9) yang didefinisikan sebagai pembagian elemen meshing secara halus dan pada lokasi-lokasi tertentu dimensi elemen meshingnya harus didefinisikan maksimal sama dengan dimensi ketebalan pelat (t).

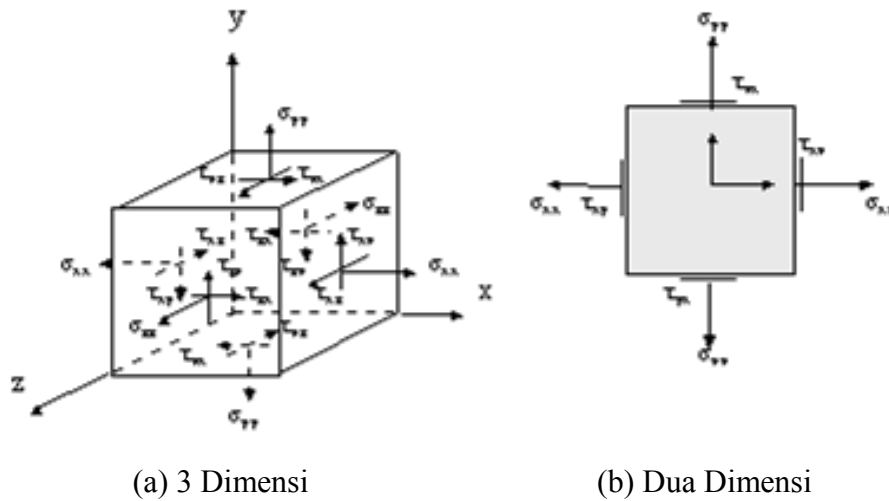


Gambar 2.9 Fine Mesh pada Model Elemen Hingga

Pada saat kondisi syarat ini dipenuhi, maka besaran tegangan yang dihasilkan sudah bisa dianggap dan didefinisikan sebagai tegangan hotspot. Metode yang terakhir ini diterapkan dalam penelitian ini.

2.5.3. Tegangan pada Elemen Cangkang (Shell)

Dalam mekanika bahan, pengertian tegangan tidak sama dengan vektor tegangan. Tegangan merupakan tensor derajat dua, sedangkan vektor, vektor apapun, merupakan tensor derajat satu. Besaran skalar merupakan tensor derajat nol. Tensor ialah besaran fisik yang keadaannya pada suatu titik dalam ruang, tiga dimensi, dapat dideskripsikan dengan 3^n komponennya, dengan n ialah derajat tensor tersebut. Dengan demikian, untuk persoalan tegangan tiga dimensi pada suatu titik dalam ruang dapat dideskripsikan dengan 3^2 komponennya. Pada sistem koordinat sumbu silang, tegangan tersebut adalah σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} , τ_{xy} , τ_{yx} , τ_{xz} , τ_{zx} , τ_{yz} , dan τ_{zy} seperti ditunjukkan pada Gambar 2.10a. Namun demikian, karena $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{xz} = \tau_{zx}$ dan $\tau_{yz} = \tau_{zy}$, maka keadaan tegangan tersebut dapat dinyatakan dengan enam komponennya, σ_{xx} , σ_{yy} , σ_{zz} , τ_{xy} , τ_{xz} , τ_{yz} . Sedangkan untuk tegangan bidang, dua dimensi, pada suatu titik dapat dideskripsikan dengan 2^2 komponennya, Gambar 2.10b, dan karena $\tau_{ij} = \tau_{ji}$ untuk maka tiga komponen telah dapat mendeskripsikan tegangan bidang pada titik itu.



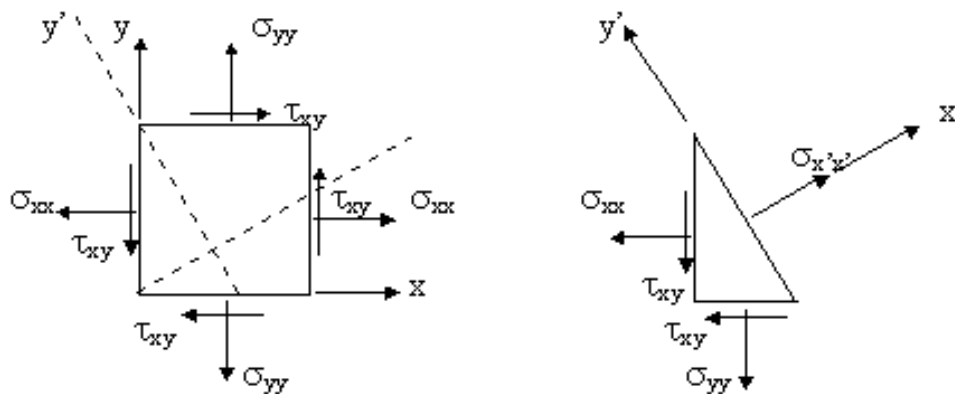
Gambar 2.10 Tegangan pada Suatu Titik

Pada dasarnya, tegangan secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua, yakni tegangan normal, dengan notasi σ_{ij} , $i = j$, serta tegangan geser dengan notasi τ_{ij} . Tegangan normal ialah tegangan yang bekerja tegak lurus terhadap bidang pembebanan. Sedangkan tegangan geser ialah tegangan yang bekerja sejajar dengan bidang pembebanan. Jadi keenam tegangan yang mendeskripsikan tegangan pada suatu titik terdiri atas tiga tegangan normal, σ_{xx} , σ_{yy} , dan σ_{zz} , serta tiga tegangan geser, τ_{xy} , τ_{yz} , dan τ_{zx} . Nilai tegangan bisa positif dan bisa pula negatif. Tegangan bernilai positif bila tegangan tersebut bekerja pada bidang positif dengan arah positif, atau bekerja pada bidang negatif dengan arah negatif. Selain itu, nilainya negatif. Tegangan dapat ditransformasi dari suatu set sumbu koordinat ke set sumbu koordinat lainnya. Dengan transformasi pula dapat dicari set sumbu koordinat pada suatu titik yang memberikan tegangan utama dari kondisi tegangan yang telah diketahui di titik itu. Yang dimaksud dengan tegangan utama ialah tegangan yang hanya memiliki nilai tidak nol untuk tegangan normal saja, sedangkan nilai tegangan gesernya nol. Formulasi tegangan utama ditunjukkan pada Pers. 2.15 untuk tegangan utama maksimum dan Pers. 2.16 untuk tegangan utama minimum:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sigma_{max} \dots \dots \dots 2.15$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_{xx} + \sigma_{yy}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = \sigma_{min} \dots \dots \dots 2.16$$

Dengan demikian juga dimungkinkan transformasi tegangan dari sistem koordinat sumbu silang (x, y, z) ke sistem koordinat polar (r, q, z). Transformasi tegangan bidang berdasarkan pada keseimbangan gaya-gaya yang bekerja pada elemen Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Transformasi Tegangan Bidang

2.6. Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah salah satu pendekatan yang paling berharga untuk menganalisa perilaku struktur. Dalam mekanika struktur, permasalahan linear terjadi ketika matrik kekakuan dihitung berdasarkan geometri dan properties material. Pada kasus *nonlinear* adalah ketika matrik kekakuan bervariasi terhadap kenaikan beban yang bekerja dan dimana vektor beban bergantung pada *displacement*. Untuk analisa elemen hingga dari permasalahan yang bergantung waktu diekspresikan dengan:

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon^{el}\} \dots\dots\dots 2.17$$

dimana:

- $\{\sigma\}$ = stress vector = $[\sigma_x \sigma_y \sigma_z \tau_{xy} \tau_{yz} \tau_{xz}]^T$ adalah output dari tegangan
- $[D]$ = stiffness matrix atau matriks kekakuan
- $\{\varepsilon\}^{el}$ = $\{\varepsilon\} - \{\varepsilon^{th}\} = [\varepsilon_x \varepsilon_y \varepsilon_z \gamma_{xy} \gamma_{yz} \gamma_{xz}]^T$ adalah elastic displacement vector sebagai output dari komputasi

Definisi dari matrik kekakuan $[D]$ ditunjukkan pada persamaan matriks :

$$[D]^{-1} = \begin{bmatrix} 1/E_x & -\nu_{xy}/E_x & -\nu_{xz}/E_x & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{yx}/E_y & 1/E_y & -\nu_{yz}/E_y & 0 & 0 & 0 \\ -\nu_{zx}/E_z & -\nu_{zy}/E_z & 1/E_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/G_{xy} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{yz} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/G_{xz} \end{bmatrix} \dots\dots\dots 2.18$$

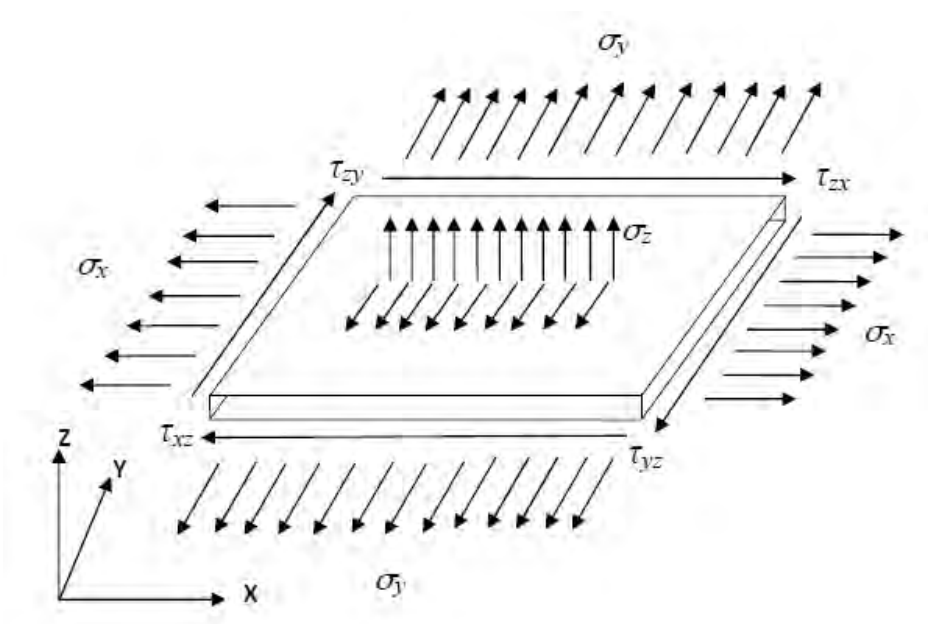
dimana:

E_x = Modulus Young pada arah sumbu x (model input)

ν_{xy} = Major Poisson's Ratio (model input)

ν_{yx} = Minor Poisson's Ratio (model input)

G_{xy} = Modulus Geser pada sumbu xy



Gambar 2.12 Definisi Vektor Tegangan Elemen *Shell*

Gambar 2.12 definisi stress vector pada ansys pada elemen shell. Gambar tersebut menjelaskan bahwa stress, yang terjadi pada elemen akan diterjemahkan menjadi stress di masing-masing komponen. Sesuai dengan matriks persamaan 2.16. Hal ini sesuai untuk kebutuhan analisa. Output dalam ansys juga menyertakan Stress dalam bentuk resultan yang biasa disebut equivalent stress

atau von mises stress. Stress adalah output yang menjadi pertimbangan paling utama pada penelitian ini. Stress yang dihasilkan pada model struktur akan menjadi acuan apakah struktur mengalami keruntuhan atau tidak. Sehingga perlu ada penjelasan mengenai perhitungan stress pada elemen.

Pertimbangan mengenai elemen 3 dimensi pada sumbu kartesian dengan dimensi-dimensi d_x , d_y , dan d_z dan normal stresses yang terlihat pada gambar 2.12. Elemen ini mewakili mewakili state of stress pada ekspresi 3 dimensi. Normal stress adalah tegak lurus pada luasan elemen dan sejajar dengan sumbu kartesian, diwakili dengan σ_x , σ_y dan σ_z . Selain itu, Tegangan atau stress juga terjadi pada faces atau planes dari elemen, atau searah dengan luasan dari 1 unit elemen yang terwakili dengan τ_{xy} , τ_{zy} , τ_{zx} . Untuk ekuilibrium dari elemen, dapat didefinisikan bahwa $\tau_{xy} = \tau_{yx}$, $\tau_{yz} = \tau_{zy}$, $\tau_{zx} = \tau_{xz}$.

2.7. Kelelahan (Fatigue)

Kelelahan (*fatigue*) merupakan fenomena akumulasi kerusakan material yang disebabkan oleh beban siklik atau berulang. Banyak bagian dari struktur yang harus bertahan dari tegangan yang menyimpannya selama masa operasinya. Biasanya amplitudo beban pada tiap *cycle* tidak cukup besar untuk membuat sebuah struktur mengalami kegagalan. Namun kegagalan dapat terjadi ketika akumulasi kerusakan yang dialami oleh struktur mencapai suatu level yang kritis. *Fatigue* berdasarkan siklus bebannya dapat dibagi menjadi :

a. *Low-cycle (low stress) fatigue*

Suatu kegagalan kelelahan (*fatigue failure*) disebut sebagai "*low-cycle fatigue*" apabila jumlah kejadian untuk menuju ke kegagalan struktur adalah kurang dari 10^4 .

b. *High-cycle (high stress) fatigue*

Jumlah kejadian dari "*high-cycle fatigue*" biasanya mencapai jutaan kali kejadian, bahkan lebih. Untuk struktur bangunan laut, hal ini telah menjadi perhatian khusus.

2.6.1. Analisa Kelelahan (*Fatigue Analysis*)

Komponen-komponen dasar dari analisa umur kelelahan (*fatigue life*) (Geyer, 1986) adalah:

1. Karakterisasi siklus beban yang terjadi baik untuk kurun waktu pendek maupun kurun waktu panjang.
2. Perhitungan beban-beban siklis yang mengenai struktur
3. Evaluasi siklus rentang tegangan pada suatu elemen yang ditinjau
4. Perhitungan kerusakan pada elemen yang ditinjau akibat siklus rentang tegangan yang terjadi
5. Evaluasi kekuatan elemen yang ditinjau

Secara umum terdapat 2 (dua) metode pendekatan yang dipakai dalam analisa fatigue:

1. Metode pendekatan *S-N Curve*

Dalam tahap desain struktur, metode pendekatan *S-N Curve* merupakan metode yang paling sering digunakan dan metode yang dianggap paling tepat pada tahap tersebut.

2. Metode pendekatan *Fracture Mechanic*

Metode *Fracture Mechanics* adalah metode analisa fatigue dengan pendekatan kriteria ukuran cacat pada material (*acceptable flaw size*) beserta perambatan kelelahan retak, sehingga metode ini lebih cocok digunakan untuk perencanaan inspeksi dan strategi perbaikan.

Dua pendekatan analisa umur kelelahan di atas dijabarkan menurut Wirsching (1987) dengan mengklasifikasikan beberapa metode dasar, yaitu:

1. Metode Deterministik

Metode ini biasa digunakan oleh Lloyd's Register. Pada metode ini *fatigue damage* dihitung dengan menggunakan *wave exceedence diagram*.

2. Metode Distribusi Gelombang

Metode ini mengasumsikan bahwa tegangan yang terjadi proporsional terhadap tinggi gelombang. Gelombang ditentukan dengan pendekatan distribusi log normal, weibull dan lain-lain.

3. Metode Distribusi Rentang Tegangan

Metode ini secara teoritis memodelkan rentang tegangan sebagai distribusi weibull yang biasanya diperoleh dari metode spektral, metode distribusi gelombang dan lain-lain.

4. Metode Spektral Gelombang

Metode ini biasa disebut dengan metode probabilistik. Pada metode ini *fatigue damage* diperhitungkan dari setiap *sea state* dalam *scatter diagram* dan tegangan dianggap sebagai suatu proses acak yang stasioner (*stationery random process*).

5. Metode *Equivalent* Weibull

Metode ini biasa digunakan oleh DnV yang menggunakan analisis spektral untuk mendapatkan distribusi rentang tegangan kurun waktu panjang yang ekuivalen dengan distribusi weibull.

2.6.2. Kurva S-N Perencanaan

Klasifikasi kurva S-N bergantung pada geometri detil sambungan las, arah dari fluktuasi tegangan yang bersifat relative bergantung pada detil, dan metode fabrikasi dan inspeksi dari detil sambungan tersebut. Tipe sambungan termasuk pelat dengan pelat, pipa dengan pelat, dan sambungan pipa dengan pipa memiliki klasifikasi tipe alphabet, dimana tiap tipe berhubungan dengan kurva S-N yang dibuat berdasarkan uji coba kelelahan. Kurva S-N didesain berdasar pada kurva rata-rata-minus-dua-standart-deviasi untuk data uji coba yang relevan.

Basic design dari kurva S-N dinyatakan sebagai berikut :

$$\log N = \log K - m \log S \dots\dots\dots 2.19$$

dimana :

S = Rentang tegangan

N = Prediksi dari jumlah *cycles* untuk gagal pada rentang tegangan S

m = Slope inverse negative dari kurva S-N

$\log K$ = Intersep dari $\log N$ -axis pada kurva S-N = $\log a - 2\text{std}$

(a dan std adalah konstan berhubungan dengan rata-rata kurva S-N dan standart deviasi dari $\log N$.)

Kekuatan sambungan baja lasan sehubungan dengan kekuatan kelelahan dicirikan dengan kurva S-N, yang memberikan hubungan antara rentang tegangan yang terjadi pada suatu detil struktur dan jumlah siklus beban amplitudo konstan untuk kegagalan. Untuk detil struktur kapal, kurva S-N digambarkan dengan :

$$S^m \cdot N = K_2 \dots\dots\dots 2.20$$

dimana :

S = Rentang tegangan, [N/mm²]

N = Perkiraan jumlah siklus untuk kegagalan dibawah rentang tegangan S

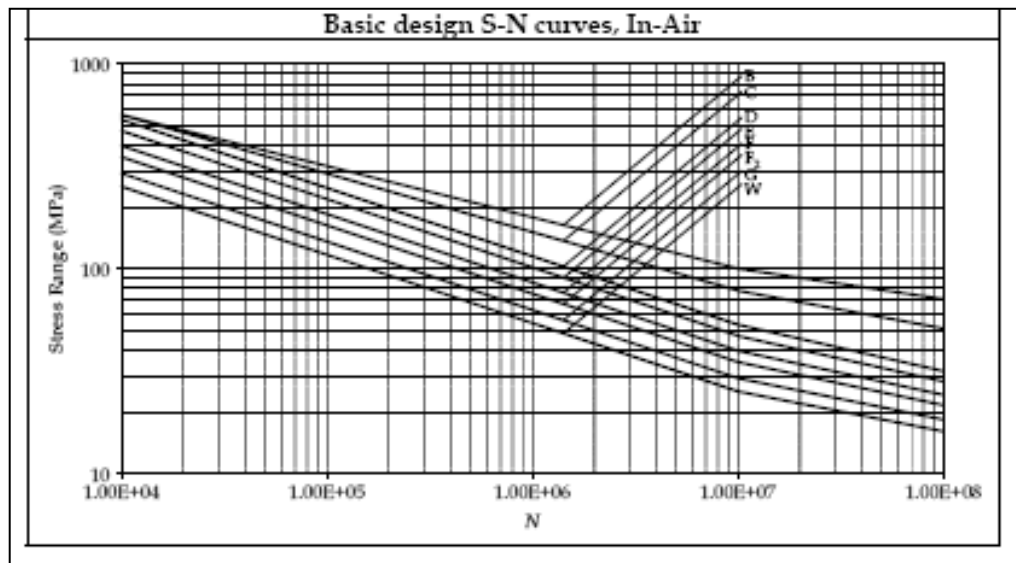
m, K_2 = Konstanta yg bergantung pada jenis material dan las-lasan, jenis pembebanan, konfigurasi geometris dan kondisi lingkungan (udara atau air laut)

Parameter K_2 dan m berbeda untuk tiap-tiap jenis atau tipe sambungan dan dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Parameter Kurva S-N Untuk Berbagai Macam Tipe Sambungan Las

Class	K_1			m	Standard Deviation		K_2	S_d N/mm ²
		\log_{10}	\log_e		\log_{10}	\log_e		
B	2.343 E15	15.3697	35.3900	4.0	0.1821	0.4194	1.01E15	100.2
C	1.082 E14	14.0342	32.3153	3.5	0.2041	0.4700	4.23E13	78.2
D	3.988 E12	12.6007	29.0144	3.0	0.2095	0.4824	1.52E12	53.4
E	3.289 E12	12.5169	28.8216	3.0	0.2509	0.5777	1.04E12	47.0
F	1.726 E12	12.2370	28.1770	3.0	0.2183	0.5027	0.63E12	39.8
F ₂	1.231 E12	12.0900	27.8387	3.0	0.2279	0.5248	0.43E12	35.0
G	0.566E12	11.7525	27.0614	3.0	0.1793	0.4129	0.25E12	29.2
W	0.368 E12	11.5662	26.6324	3.0	0.1846	0.4251	0.16E12	25.2

Bentuk kurva S-N pada Gambar 2.13 adalah untuk sambungan las di udara bebas. Kurva S-N merepresentasikan batas bawah dari sebaran data sebesar 95% dari semua hasil uji yang dilakukan.



Gambar 2.13 Kurva Hubungan S dan N

2.6.3. Perhitungan Komulatif Kerusakan Akibat Kelelahan (*Cummulative Fatigue Damage*)

Analisa fatigue dengan metode *S-N Curve* sambungan struktur dilakukan berdasarkan hukum kegagalan Palmgren-Miner atau disebut *Miner's Rules*. Menurut White dan Ayyub (1987), *Miner's Rule* merupakan hipotesis komulatif kerusakan berdasarkan konsep *strain energy*. Konsep *strain energy* menyatakan bahwa kerusakan terjadi ketika total *strain energy* pada saat siklus n dari variable amplitudo pembebanan adalah sama dengan total energi dari siklus N dari konstan amplitudo pembebanan. Persamaan matematik dari *Miner's Rule* adalah:

$$D = \sum_{i=1}^j d_i = \sum_{i=1}^j \frac{n_i}{N_i} = \frac{n_1}{N_1} + \frac{n_2}{N_2} + \frac{n_3}{N_3} + \dots + \frac{n_j}{N_j} \dots \dots \dots 2.21$$

dimana :

- D = Indeks kerusakan *fatigue* komulatif
- n_i = Jumlah siklus rentang tegangan (S_i) akibat pembebanan gelombang yang sebenarnya terjadi
- N_i = Jumlah siklus rentang tegangan (S_i) yang mengakibatkan kegagalan pada sambungan, diambil dari *S-N Curve*.

Variabel n_i diambil dari jumlah kejadian gelombang tiap H_s dan T untuk setiap kemungkinan arah datang gelombang, sedangkan variabel N_i dihitung berdasarkan persamaan dasar *S-N Curve* dengan parameter K_2 dan m yang disesuaikan dengan jenis sambungan yang ditinjau. Dalam kaitannya dengan dengan variabel n_i , variabel S pada merupakan tegangan yang diperoleh dari analisa struktur elemen hingga. Dalam hal ini, S adalah berupa rentang tegangan hotspot. Formulasi dasar umur kelelahan dari suatu struktur dapat dihitung dengan persamaan:

$$F.L = 1/D \dots\dots\dots 2.22$$

Sesuai dengan hukum *Palmgren-Miner*, kegagalan sambungan akan terjadi jika indeks kerusakan D mencapai harga 1.0.

2.8. Analisis Kelelahan Berbasis Spektral Gelombang

Metode spektral ini menggunakan bentuk spektrum tegangan untuk menentukan jumlah siklus tegangan dari berbagai variasi ukuran. Hal tersebut adalah umum untuk mengasumsikan distribusi *Rayleigh* dari rentang tegangan di dalam spektrum yang telah diberikan. Namun, perlu diperhatikan lebih jauh agar benar dalam menentukan bentuk dari spektrum beban dan fungsi transfer.

Asumsi *Rayleigh* memberikan *bandwidth* (rentang frekuensi) yang kecil (Longuet-Higgins, 1952). Respon *bandwidth* yang luas dapat terjadi bila struktur merespon secara signifikan untuk kedua frekuensi puncak dalam spektrum pembebanan dan pada frekuensi natural struktur itu sendiri yang terpisah dengan baik. Respon struktur terhadap beban gelombang sering berupa *narrow band*. Oleh karena itu, distribusi ini digunakan untuk menghitung respon ekstrim dan kerusakan akibat kelelahan (*fatigue damage*).

Untuk menghitung spektrum tegangan ($S_{\sigma\sigma}$) dirumuskan dengan :

$$S_{\sigma\sigma} = [RAO]^2 \cdot S_{\eta\eta}(\omega) \dots\dots\dots 2.23$$

dengan :

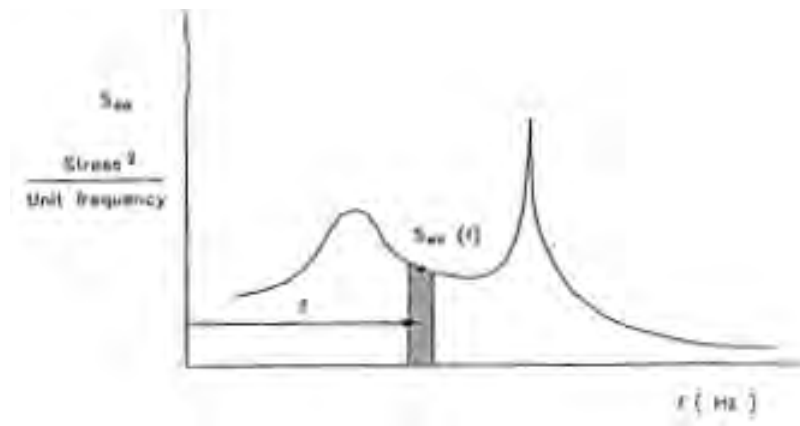
$S_{\sigma\sigma}$ = Spektrum tegangan dalam ruang frekuensi

RAO = Fungsi transfer tegangan

$S_{\eta\eta}(\omega)$ = Spektrum gelombang dalam ruang frekuensi

Untuk menghitung kelelahan ini, perlu untuk menghitung area (*zeroth moment* dan *second moment*) dari spektrum terhadap garis $f = 0$. Momen ini dihitung dengan menggunakan integrasi numerik. Area di bawah spektrum m_0 sesuai dengan variansi sinyal yang diwakili oleh spektrum. Variansi adalah rata-rata kuadrat dari sinyal yang dihitung pada rata-ratanya.

Untuk spektrum tegangan dengan absis frekuensi H_z , akar dari area m_0 berbanding *second moment* m_2 adalah *mean zero crossing period* dari sinyal tegangan (Gambar 2.14).



Gambar 2.14 Spektrum Tegangan (Barltrop 1991)

Mean zero crossing period dari spektrum tegangan tersebut dapat diperoleh dengan rumus (Barltrop, 1991) sebagai berikut:

$$T_Z = \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \dots\dots\dots 2.24$$

dengan :

T_Z = Mean zero crossing period

m_0 = Zeroth Moment (area di bawah spektrum) = $\int_0^\infty S_{\sigma\sigma}(f)df$

m_2 = Second Spectral Moment = $\int_0^\infty S_{\sigma\sigma}(f)f^2df$

Untuk spektrum tegangan dengan satuan frekuensi rad/sec, maka T_Z diberikan dengan rumus (Barltrop, 1991) sebagai berikut:

$$T_Z = 2\pi \sqrt{\frac{m_0}{m_2}} \dots\dots\dots 2.25$$

Untuk kasus yang tergolong *narrow band*, kita anggap bahwa peluang amplitudo tegangan merupakan peluang dari puncak tegangan. Dengan menggunakan simbol a untuk amplitudo, kita dapat menuliskan ke dalam persamaan *probability density function (pdf)* untuk distribusi *Rayleigh*:

$$p(a) = \frac{a}{m_0} \exp \left[-\frac{a^2}{2m_0} \right] \dots\dots\dots 2.26$$

Peluang kepadatan tersebut merupakan tipe standar yang dikenal dengan sebutan distribusi *Rayleigh*. Persamaan di atas digunakan untuk menghitung peluang kepadatan amplitudo tegangan. Untuk memperoleh peluang kepadatan rentang tegangan, kita dapat mengubahnya ke rentang σ_r dengan mensubstitusikan $\sigma_r/2$ ke a , namun selanjutnya seluruhnya harus dibagi dengan 2 untuk menyesuaikan kepadatan dari per unit amplitudo ke per unit rentangan dan mempertahankan luasan area di bawah kurva $p(\sigma_r)$ sebesar 1. Sehingga diperoleh rumus seperti berikut:

$$p(\sigma_r) = \frac{\sigma_r}{4m_0} \exp \left[-\frac{\sigma_r^2}{8m_0} \right] \dots\dots\dots 2.27$$

Dengan mempertimbangkan semua peluang kejadian sebagai faktor dari skenario operasi, maka fungsi kepadatan peluang dari respon gerakan moda tertentu dalam kurun waktu panjang, atau satu periode operasi, misalnya satu tahun, dapat dituliskan sebagai (Ochi, 1978):

$$p_L(\zeta_r) = \frac{\sum_a \sum_b \sum_c n \times p_a p_b p_c \times p_s(\zeta_r)}{\sum_a \sum_b \sum_c n \times p_a p_b p_c} \dots\dots\dots 2.28$$

Dengan:

- n = jumlah siklus per satuan waktu
- p_a = peluang kejadian gabungan tinggi dan periode gelombang
- p_b = peluang kejadian arah gelombang
- p_c = peluang kejadian atau pembobotan faktor kondisi pembebanan operasional
- $p_s(\zeta_r)$ = fungsi kepadatan peluang kejadian respons dalam kurun waktu pendek.

Jumlah keseluruhan respons yang diharapkan akan terjadi selama periode operasi dalam kurun waktu panjang kemudian dapat diperoleh dari:

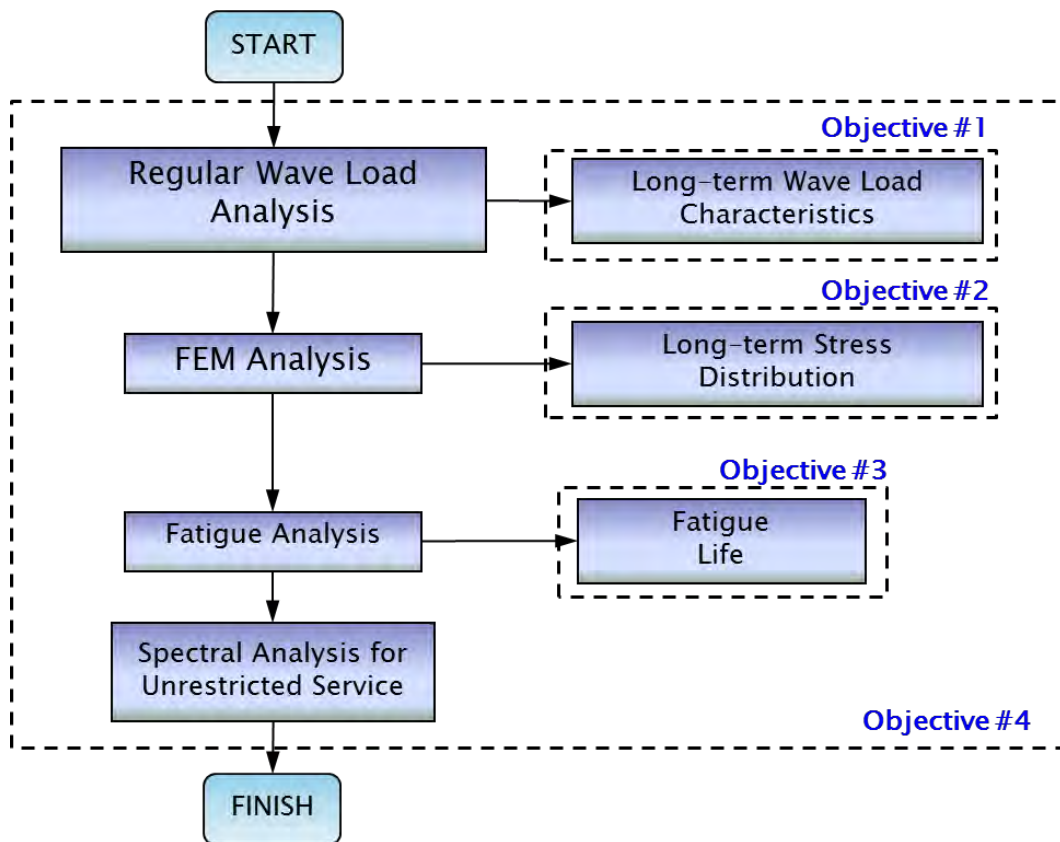
$$n_L = (\sum_a \sum_b \sum_c n_0 \times P_a P_b P_c) \times T \dots\dots\dots 2.29$$

T adalah waktu keseluruhan operasi dalam satuan detik. Jadi, jika diasumsikan bahwa satu periode waktu operasi adalah selama satu tahun, maka $T = 365 \text{ hari} \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} = 31.536.000,0 \text{ detik}$. Variabel n akan terdistribusi mulai dari harga amplitudo respon yang terkecil sampai dengan terbesar yang mungkin terjadi, mengikuti bentuk distribusi Weibull. Akhirnya dapat ditentukan seberapa besar porsi atau persentase suatu kriteria tidak akan terlampaui dari keseluruhan kejadian.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan dasar pijakan umum mengenai alur dan tahapan proses penelitian agar penelitian berjalan secara sistematis, terukur dan terarah. Secara garis besar, metodologi yang digunakan dalam penelitian ini disajikan secara skematis seperti terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisa Kelelahan FSO Arco Ardjuna

Secara rinci, tahapan-tahapan teknis dalam penyelesaian penelitian ini ditempuh dengan uraian langkah-langkah seperti dijelaskan sebagai berikut.

1. Studi Literatur dan Identifikasi Masalah

Topik permasalahan dalam peneltian ini diambil berdasarkan dan melalui proses identifikasi terlebih dahulu. Dalam proses ini penulis melakukan studi kepustakaan dan studi literatur. Studi kepustakaan dilakukan dengan mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan topik penelitian, seperti konstruksi FSO,

pemodelan hidrodinamis (software MOSES), pemodelan struktur (software ANSYS), S-N Curve dan *Spectral-Based Fatigue Methods*.

Studi literatur dilakukan untuk memperoleh acuan dari penelitian-penelitian sebelumnya sehingga penelitian ini merupakan upaya pengembangan dan diharapkan mampu memperbaikinya. Penelitian-penelitian yang dimaksud diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Oh, Sim & Shin (2003) menyatakan bahwa kontrol kelelahan sangat bergantung pada data karakteristik dan kondisi lingkungan sekitar, karena hal ini digunakan sebagai acuan bahwa FPSO tersebut dapat bertahan hingga beberapa dekade tanpa *docking* untuk perawatannya.
2. Bamford & Stewart (2007) telah melakukan penelitian mengenai aplikasi *CSR Rules* untuk FPSO. Penelitian ini menghasilkan bahwa *CSR* tidak dapat dengan serta merta diaplikasikan langsung untuk analisa kelelahan pada FPSO dikarenakan FPSO tidak berlayar selama operasinya. Untuk aplikasi *CSR*, harus ditambahkan *loading condition* yang mrngakomodir kondisi diantara muatan penuh (*full load*) dan *ballast*. Juga disimpulkan bahwa beban lingkungan FPSO yang digunakan harus berbeda dengan ketentuan pada *CSR* yang menyebutkan data perairan *North Atlantic*.
3. Zakky (2011) melakukan analisa fatigue untuk memperkirakan umur FSO 109.000 DWT dengan *Simplified Fatigue Method*. Ditemukan sebuah lokasi kritis atau sambungan pada konstruksi FSO yang memiliki harga $D > 1$. Ini berarti bahwa umur kelelahan dari sambungan tersebut kurang dari yang dipersyaratkan. Dengan penambahan bracket pada konstruksi sambungan yang dimaksud tersebut, umur kelelahan menjadi 28.668 tahun.
4. Kurniantoro (2012) memprediksi umur kelelahan pada konstruksi lambung FPSO 127.575 DWT pada perairan widuri. Metode yang digunakan adalah *Deterministic Fatigue Method*. Kesimpulan yang dihasilkan adalah bahwa konstruksi FPSO mampu beroperasi selama 27.46 tahun dan umur kelelahan terendah berada pada sambungan antara pembujur sisi dengan sekat melintang di daerah antara 0.3-1.1 sarat air.

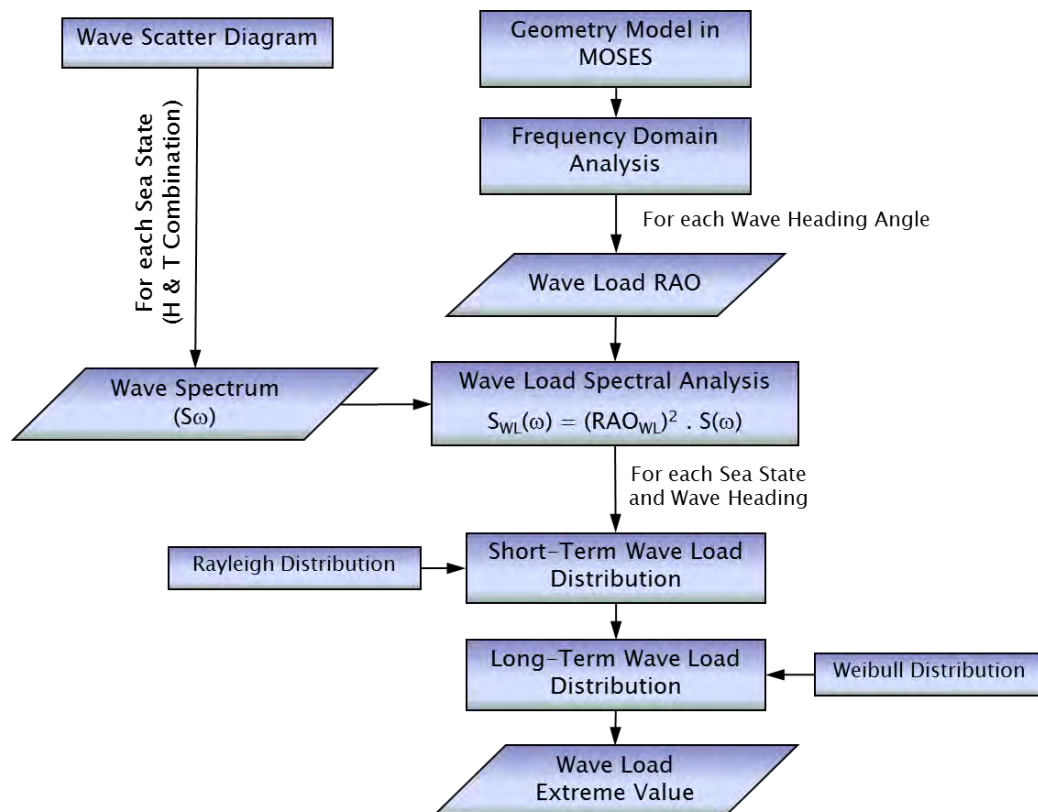
Pada penelitian ini metodologi yang digunakan untuk memperkirakan umur kelelahan pada konstruksi lambung FSO adalah pendekatan *S-N Curve* dengan metode *Spectral-Based Fatigue Analysis*.

2. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk dapat melakukan penelitian ini adalah data sekunder mengenai dokumen spesifikasi teknis FSO Arco Ardjuna, informasi mengenai operasional FSO Arco Ardjuna yang diperoleh dari ABK, gambar konstruksi FSO Arco Ardjuna dan data metocean lingkungan atau perairan dimana FSO ini beroperasi yaitu Laut Jawa Barat. Data-data berupa dokumen dan gambar-gambar ini akan dijelaskan pada Bab 3.

3. Analisa Beban Gelombang

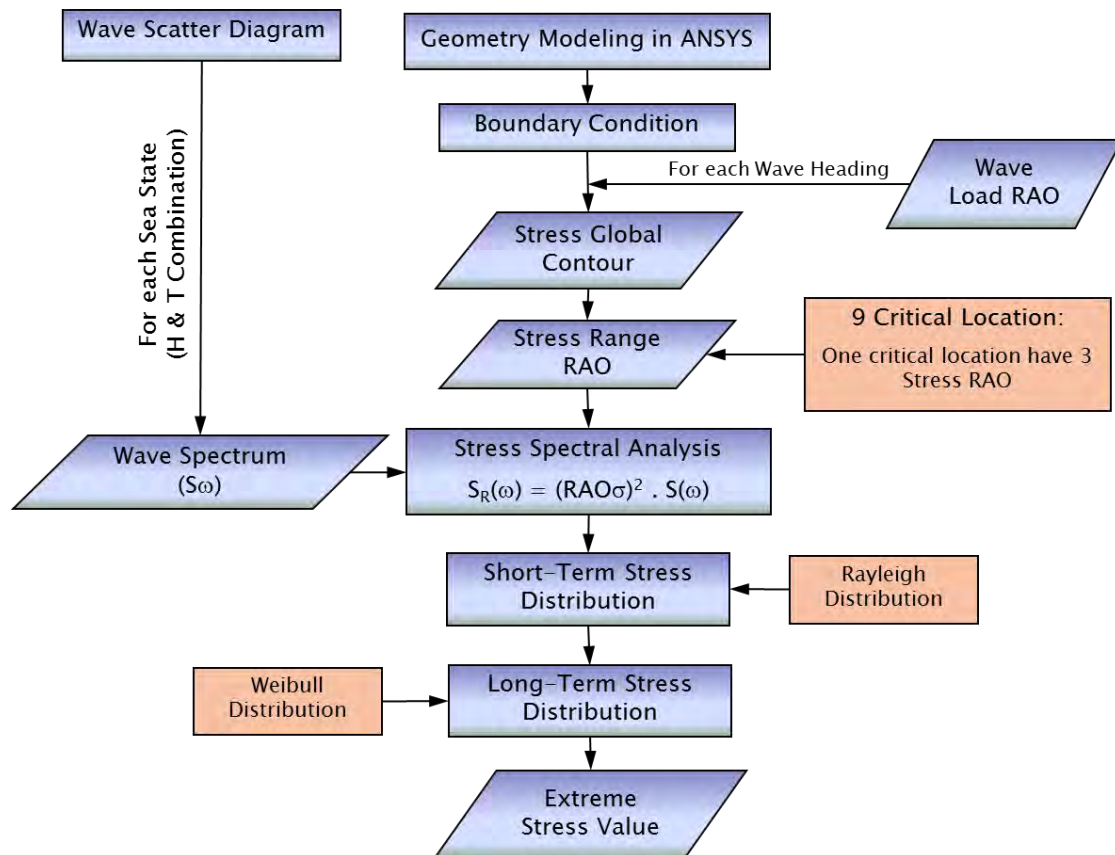
Pembahasan dilakukan dengan tahapan yang seperti terlihat pada Gambar 3.2 adalah mengenai pengaruh dinamis beban gelombang reguler dan gelombang acak terhadap respon struktur global FSO Arco Ardjuna. Sebagai hasil dari analisa beban gelombang adalah karakteristik beban gelombang reguler dan karakteristik dari gelombang acak dalam kurun waktu panjang.



Gambar 3.2 Diagram Alir Analisa Beban Gelombang

4. Analisa Tegangan Struktur

Analisa struktur dilakukan dengan metode elemen hingga untuk memperoleh besaran tegangan yang terjadi pada lokasi kritis sesuai tinjauan penelitian. Tahapan-tahapan analisa disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Analisa Tegangan

Pemodelan elemen hingga (*finite element*) dari struktur lambung FSO Arco Ardjuna dilakukan dengan bantuan *software* ANSYS. Ketentuan-ketentuan dalam pemodelan ini diuraikan sebagai berikut:

1. Berdasarkan *BKI - FPI (2013)*, struktur yang harus dimodelkan adalah minimal sepanjang 3 (tiga) ruang muat pada bagian midship FSO.
2. *Element mesh* untuk pelat harus mengikuti sistem penguat dari struktur, yang dapat menggambarkan bentuk panel pelat aktual yang berada diantara *stiffeners*. Secara umum, *element mesh* untuk pelat harus memenuhi beberapa ketentuan sebagai berikut :

- Secara memanjang, panjang elemen tidak boleh lebih dari dua jarak pembujur.
 - Satu elemen diantara setiap penegar vertikal pada sekat melintang
 - Satu elemen diantara setiap penegar gading pada gading besar, *cross ties* dan *stringer*, baik yang arah vertikal maupun melintang.
 - Harus ada sedikitnya tiga elemen pada penegar double bottom dan wrang, penegar gading baik yang melintang maupun vertikal, serta *stringer*. Untuk *cross ties*, pelintang geladak dan *stringer* pada *transverse wash bulkhead* dan *longitudinal bulkhead* dengan ukuran yang hampir sama, direpresentasikan dengan dua elemen dan minimal ada satu elemen diantara penegar dari gading.
 - Ukuran *mesh* dari struktur yang berdekatan harus diatur agar tidak terlalu beda jauh.
3. Tebal pelat dan profil konstruksi disesuaikan dengan pertimbangan faktor korosi material.
 4. Memberikan kondisi batas pada model. Kondisi batas diberikan pada *independent point* di kedua ujung model sesuai dengan yang ditentukan klas.

Kondisi pembebanan (*load case*) divariasikan berdasarkan arah dan tinggi gelombang, serta kondisi beban muatan (*loading condition*). Analisa kelelahan dilakukan pada kondisi muatan penuh 98% (full load). Hal ini berpengaruh terhadap penentuan rentang tegangan. Sedangkan beban gelombang divariasikan dalam 3 (tiga) arah datang gelombang dan untuk tinggi gelombang divariasikan menjadi 8 (delapan) macam berdasarkan data sebaran gelombang perairan laut jawa barat. Kombinasi dari beberapa variasi variabel ini akan menghasilkan kombinasi pembebanan yang disebut *load case*.

Perhitungan rentang tegangan (*stress range*) dilakukan pada setiap lokasi sambungan kritis berdasarkan *Biro Klasifikasi Indonesia – Floating Production Installations (2013)* pada setiap kasus pembebanan (*load case*) seperti yang dijelaskan di atas. Lokasi-lokasi atau jenis sambungan konstruksi yang akan dijadikan obyek perhitungan tegangan disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Lokasi Kritis Obyek Penelitian

Structural Joint in way of LS - 30								
Aft. Part			Middle Part			Fore Part		
Loc. - 1	Loc. - 2	Loc. - 3	Loc. - 4	Loc. - 5	Loc. - 6	Loc. - 7	Loc. - 8	Loc. - 9
Frame - 9	Frame - 10	Frame - 11	Frame - 14	Frame - 15	Frame - 16	Frame - 19	Frame - 20	Frame - 21

5. Analisa Spektral Respon

Dengan pertimbangan bahwa beban terbesar dalam analisa fatigue adalah berasal dari gelombang, maka tahapan yang paling utama dalam analisa spektral adalah menentukan fungsi transfer tegangan, yang mengekspresikan hubungan antara tegangan yang terjadi pada detail struktur dengan amplitudo frekuensi gelombang dan sudut datang gelombang. Hal ini berarti bahwa analisa struktur harus dilakukan untuk setiap frekuensi gelombang, sudut datang gelombang dan kondisi muatan FSO. Dari kombinasi tersebut menghasilkan output tegangan yang selanjutnya secara langsung akan digunakan untuk menghasilkan fungsi transfer tegangan (BKI Guidelines for Spectral-Based Fatigue Analysis, 2013).

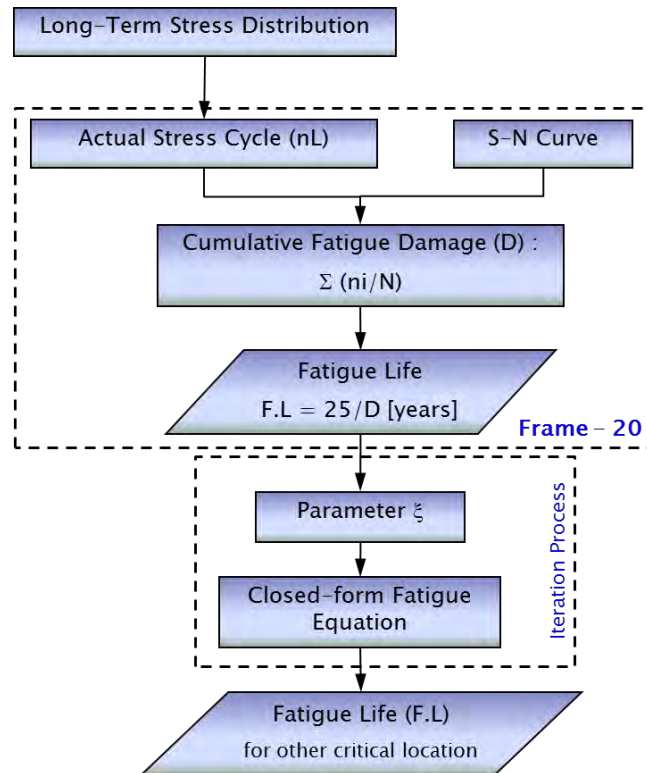
6. Analisa Kelelahan

Perhitungan umur kelelahan dilakukan berdasarkan metodologi pada Gambar 3.4 untuk tiap-tiap kasus pembebanan dan pada 9 (sembilan) jenis/lokasi sambungan yang dianggap kritis, seperti yang sudah disajikan pada Tabel 3.1 di atas. Jumlah total dari perhitungan *fatigue damage* (D_i) dari masing-masing sambungan tersebut (*comulative fatigue damage DM*) selanjutnya dijadikan inputan untuk menghitung umur kelelahan struktur (*fatigue life*), berdasarkan persamaan di bawah ini.

$$Fatigue\ Life = \frac{Design\ Life}{DM} \quad [Years] \dots\dots\dots 3.1$$

Dengan penentuan *design life* struktur adalah 25 tahun, dalam tahapan ini akan diuraikan analisa penulis mengenai hasil penelitian berupa *design life* struktur yang diperoleh pada setiap lokasi *hotspot* berdasar ketentuan klasifikasi. Dalam hal beberapa atau bahkan semua lokasi *hotspot* tersebut tidak mencapai umur kelelahan 25 tahun, maka akan dilakukan analisa mengenai langkah-langkah

perbaikan dari konstruksi tersebut yang sekiranya bisa ditempuh untuk memenuhi *design life* yang dipersyaratkan.



Gambar 3.4 Diagram Alir Perhitungan Umur Kelelahan

7. Studi Perbandingan Perairan Tak Terbatas

Sebagai bahan perbandingan, pada bagian akhir penelitian dilakukan analisa spektral respon berupa tegangan struktur pada konstruksi lambung FSO Arco Ardjuna dalam kondisi lokasi operasional pada perairan tak terbatas berdasarkan data sebaran gelombang dari ABS.

8. Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan di atas telah selesai dilakukan maka tahap akhir yang harus dilakukan adalah penarikan kesimpulan dari penelitian ini dan pemberian saran untuk keperluan perbaikan dan penyempurnaan pada penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB 4

DATA PENELITIAN DAN PEMODELAN

4.1. Data Penelitian

Data yang diperlukan untuk dapat melakukan penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh penulis dengan secara langsung melakukan survey ke lokasi FSO yang menjadi obyek penelitian. Sedangkan data sekunder berupa pengumpulan data dari dokumen arsip, baik itu data FSO maupun data lingkungan atau perairan Laut Jawa Barat.

4.1.1. Dokumen dan Gambar FSO

Data berupa spesifikasi teknis dan gambar FSO digunakan untuk keperluan pemodelan hidrodinamis dan struktur elemen hingga. Spesifikasi teknis FSO berupa data ukuran utama FSO yang akan dijadikan obyek dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 4.1. Secara lengkap, spesifikasi teknis FSO Arco Ardjuna disertakan dalam Lampiran..

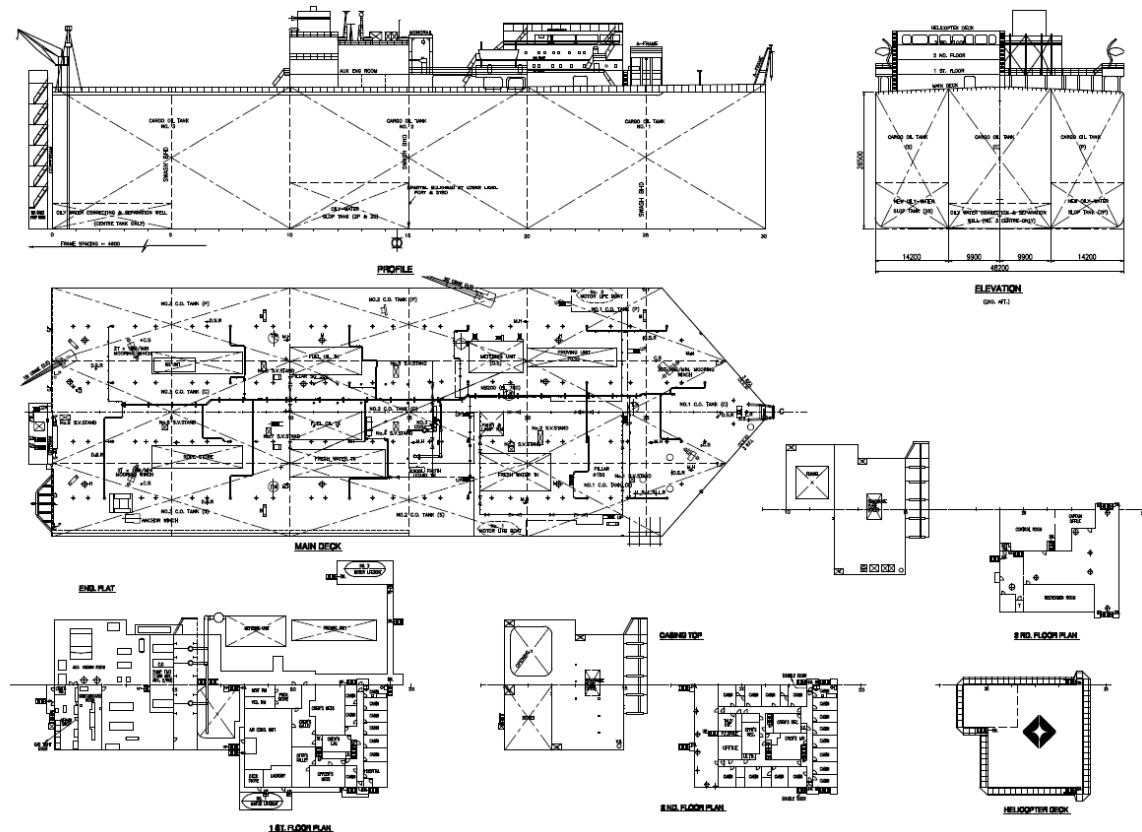
Tabel 4.1 Principle Particulars FSO Arco Ardjuna

L_{OA}	=	142.600	[m]
L_{PP}	=	142.600	[m]
B_M	=	48.200	[m]
H	=	26.500	[m]
T	=	19.682	[m]
Displacement	=	135.498	[Ton]
Tank Capacity	=	1,022,000.00	[Barrels]
Number of Tanks	=	9 Crude Oil Tanks	
Sistem Tambat	=	Single Point Mooring	

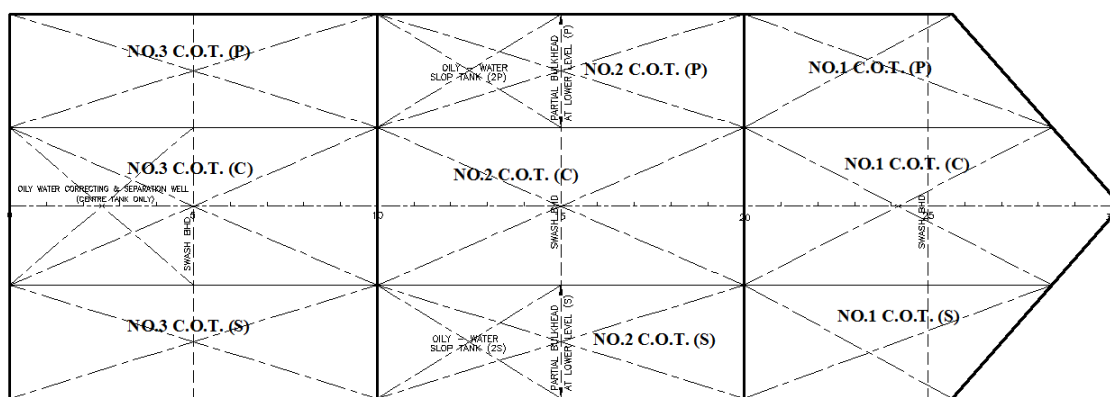
(Sumber : PT. BKI 2012)

Gambar yang diperlukan berupa *lines plan*, *general arrangement*, *midship section* dan *construction profile*. Gambar *Lines Plan* digunakan sebagai referensi dalam melakukan pemodelan dan analisa hidrodinamis. Gambar General Arrangement (Gambar 4.1) memberikan informasi mengenai konfigurasi tangki-

tangki muatan, ruang-ruang akomodasi dan tata letak equipment lainnya. Sedangkan 2 (dua) gambar yang lain merupakan dasar dalam pemodelan struktur, disertakan dalam Lampiran.



(a)

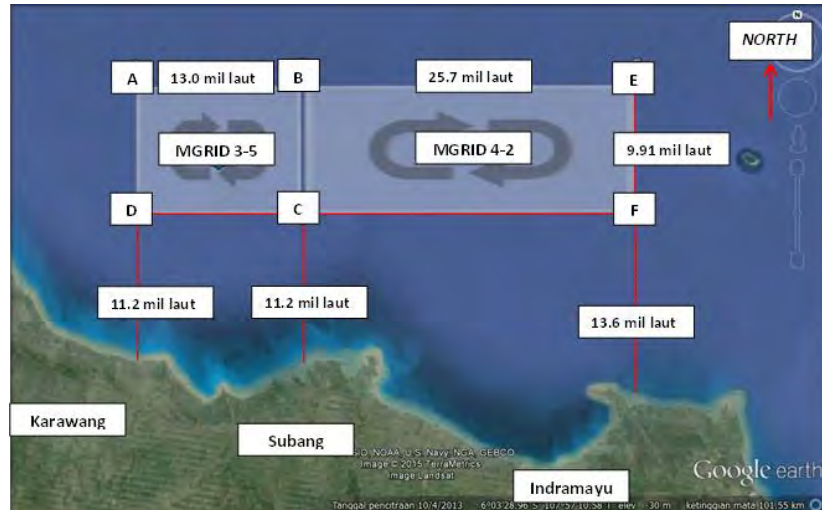


(b)

Gambar 4.1 General Arrangement
(a) Ruangan dan Equipment; (b) Konfigurasi Tangki

4.1.2. Data Lingkungan

FSO Arco Ardjuna beroperasi di perairan Laut Jawa Barat. FSO ini menjalankan fungsi sebagai tempat penampungan (storage) hasil produksi minyak dari Ardjuna Field milik PHE ONWJ, sehingga dalam operasionalnya tidak berpindah tempat. Lokasi tepatnya adalah pada area MGRID 3-5. Secara visual lokasi yang dimaksudkan seperti terlihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Lokasi Operasi FSO Arco Ardjuna

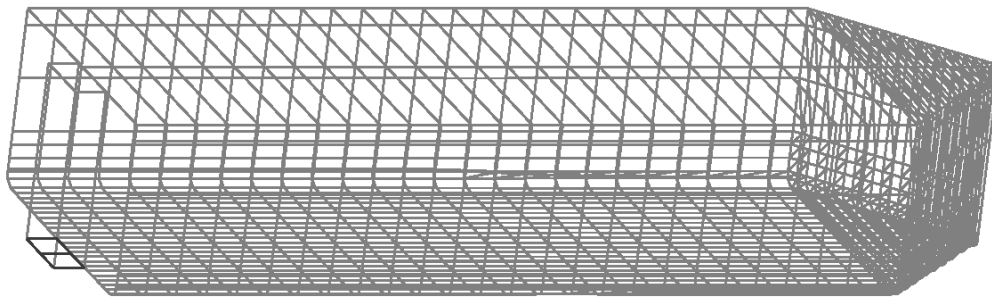
Dalam kaitannya dengan penggunaan metode yang digunakan, maka data lingkungan yang dimaksudkan disini adalah berupa data sebaran gelombang (wave scatter diagram). Tabel 4.2 menyajikan informasi jumlah kejadian satu-tahunan untuk setiap variasi tinggi gelombang dan periode gelombang yang selanjutnya digunakan untuk menghitung spektrum energi gelombang.

Tabel 4.2 Diagram Sebaran Gelombang Perairan Laut Jawa Barat

WAVE HEIGHT		INTERVAL OF WAVE PERIOD (seconds)															TOTAL
INTERVAL (m)	MEDIAN (m)	0 - 1 0.5	1 - 2 1.5	2 - 3 2.5	3 - 4 3.5	4 - 5 4.5	5 - 6 5.5	6 - 7 6.5	7 - 8 7.5	8 - 9 8.5	9 - 10 9.5	10 - 11 10.5	11 - 12 11.5	12 - 13 12.5	13 - 14 13.5	14 - 15 14.5	
0.00 - 0.25	0.125	0	1,293,425	2,573,005	1,250,079	614,135	339,009	207,031	136,654	98,720	70,207	53,403	41,828	33,558	27,465	22,859	6,761,378
0.25 - 0.50	0.375	0	6	867,956	776,739	254,490	90,852	38,800	19,281	10,762	6,564	4,287	2,956	2,128	1,587	1,218	2,077,626
0.50 - 0.75	0.625	0	0	9,053	94,398	50,201	18,798	7,560	3,430	1,732	955	566	356	235	162	116	187,562
0.75 - 1.00	0.875	0	0	12	7,104	10,216	4,984	1,934	743	303	134	64	33	18	11	7	25,563
1.00 - 1.25	1.125	0	0	0	325	1,882	1,188	385	107	31	10	3	1	1	0	0	3,933
1.25 - 1.50	1.375	0	0	0	9	258	202	49	9	2	0	0	0	0	0	0	529
1.50 - 1.75	1.625	0	0	0	0	24	23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	51
1.75 - 2.00	1.875	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2.00 - 2.25	2.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.25 - 2.50	2.375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.50 - 2.75	2.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.75 - 3.00	2.875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	1,293,431	3,450,026	2,128,654	931,207	455,058	255,763	160,224	111,550	77,870	58,323	45,174	35,940	29,225	24,200	9,056,645

4.2. Pemodelan Hidrodinamis

Pemodelan hidrodinamis dilakukan dengan bantuan piranti lunak MOSES, mencakup bentuk lambung FSO, kompartemen-kompartemen serta definisi posisi setiap peralatan dan perlengkapan yang berada di atas deck sebagai item dari berat kosong (*light weight*) FSO. Hal ini perlu didefinisikan karena item tersebut juga berpengaruh terhadap perhitungan titik berat dan kaitannya dengan besaran gaya geser serta momen lengkung sebagai parameter kekuatan memanjang FSO. Model bentuk lambung sebagai external hull yang merupakan *output* MOSES dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Geometri Model Hidrodinamis

Tahapan validasi model mengkomparasikan dengan kondisi riil. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengetahui bahwa model tersebut layak atau tidak layak untuk dipakai dalam simulasi dan analisa. Untuk validasi model dari MOSES dilakukan dengan membandingkan *displacement* hasil *output* MOSES dengan *displacement* yang diketahui dari data. Validasi *displacement* dilakukan pada FSO Arco Ardjuna kondisi *full load* (Gambar 4.4a) maupun *full ballast* (Gambar 4.4b) dengan koreksi harus lebih kecil dari 0.05.

```
>&STATUS B_W
+++ B U O Y A N C Y   A N D   W E I G H T   F O R   F S O +++
=====
Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN unless Specified
Results Are Reported In Body System

Draft =    23.99    Roll Angle =  -1.07    Pitch Angle =   0.01

      Wet Radii of Gyration About CG
      K-X =   28.20    K-Y =   42.41    K-Z =   49.77
      GMT =    6.36    GML =   58.36

      /-- Center of Gravity ---/
      Name  weight  Part FSO  /--X-- /--Y-- /--Z-- Sounding % Full
      -----
      LOAD_GRO 150206.7  -2.78   0.11  13.44
      -----
      Total 150206.7  -2.78   0.11  13.44
      Buoyancy 150206.9  -2.79   0.18  12.07
>HYDRODYNAMICS
>g_press -heading 0 45 90 180
```

(a)

Gambar 4.4 Validasi displacement kondisi *full load* dan (b) *full ballast*

```

>&STATUS B_W
+++ B U O Y A N C Y   A N D   W E I G H T   F O R   F S O +++
=====
Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and KN Unless Specified
Results Are Reported In Body System

Draft =      2.50      Roll Angle =  -0.01      Pitch Angle =   0.00

Wet Radii Of Gyration About CG
      K-X =   28.87      K-Y =   42.29      K-Z =   50.04
      GMT =   64.50      GML =  587.91

Name      weight  /-- Center of Gravity ---/  Sounding  % Full
-----
LOAD_GRO  14892.5  Part FSO  -2.74    0.04    14.04
-----
Total     14892.5  -2.74    0.04    14.04
Buoyancy  14892.5  -2.74    0.06    1.31
>HYDRODYNAMICS
>g_press -heading 0 45 90 180
Setting Tanaka Name for FSO to FSO

```

(b)

Gambar 4.4 Validasi displacement kondisi full load dan (b) full ballast (lanjutan)

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa tahapan validasi model ini telah dilakukan dan memenuhi persyaratan untuk bisa dijadikan dasar analisa, baik dalam kondisi full load maupun full ballast.

Tabel 4.3 Validasi displacement hasil output MOSES

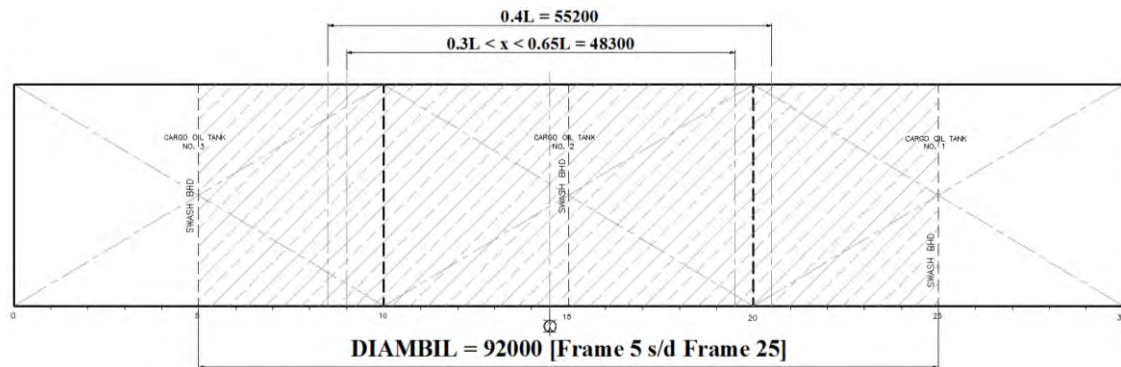
Kondisi Muatan	Data	Moses	Correction
<i>Full Load</i>	153026	150206.7	1.84%
<i>Full Ballast</i>	15385	14892.5	3.20%

Dalam penelitian ini, variasi kondisi muatan FSO ditentukan dari konfigurasi jumlah dan distribusi muatan pada tangki-tangkinya. Oleh karena itu, pemodelan kompartemen-kompartemen juga dilakukan untuk memastikan bahwa kapasitas muat setiap tangki telah sesuai dengan kondisi riil.

4.3. Pemodelan Struktur

Obyek struktur FSO dalam penelitian ini dimodelkan dalam piranti lunak Design Modeler yang merupakan bagian dari piranti lunak ANSYS. Geometri model dikembangkan dengan pemodelan global elemen hingga tiga dimensi (3D Global Finite Element Modeling) dengan berdasarkan pada ketentuan-ketentuan yang tercantum dalam BKI *Guidelines for Floating Production Installations Annex 7 - Guidelines for Finite Element Analysis for Ship-Type Installations*. Struktur global FSO yang dibuat dalam pemodelan adalah mulai dari Frame 5 sampai dengan Frame 25. Penentuan cakupan lokasi ini sudah meng-cover daerah

amidship dari FSO. Seperti diketahui dalam analisa kekuatan bangunan laut terapung, daerah paling kritis dalam menahan beban adalah daerah tengah (midship). Pemeriksaan mengenai daerah amidship FSO dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Daerah Amidship FSO Arco Ardjuna

Dalam struktur global FSO, pemodelan konstruksi terdiri atas pelat deck, pelat dasar, pelat lambung dan beberapa tipe konstruksi penguatan. Jarak antar frame adalah 4.6 meter. Secara lebih terperinci konstruksi FSO seperti diuraikan sebagai berikut:

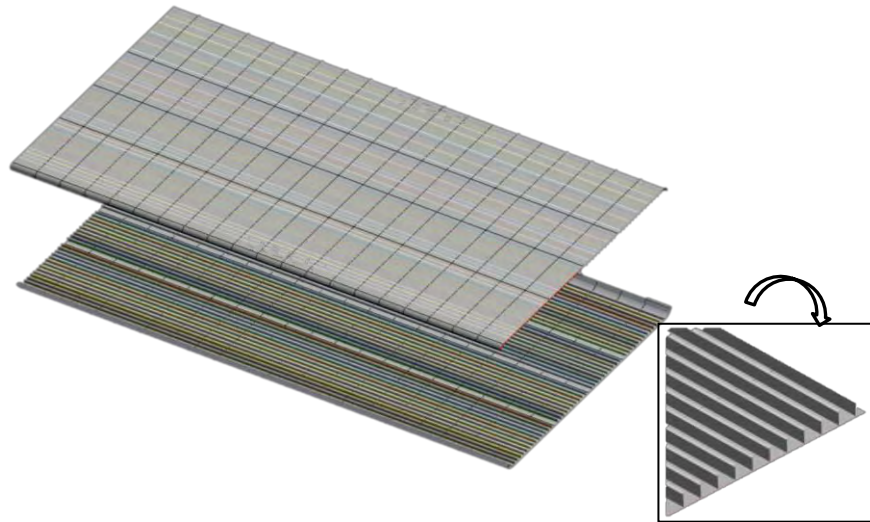
1. Konstruksi Deck, Bottom dan Shell

Konstruksi deck, bottom dan shell memiliki konfigurasi geometri yang identik, yaitu terdiri dari pelat dan longitudinal stiffener yang membujur sepanjang geometri global (Gambar 4.6). Perbedaan diantara ketiganya terletak pada dimensi stiffener masing-masing sesuai dengan informasi pada gambar Construction Profile dan Midship Section. Longitudinal stiffener pada deck disebut Deck Longitudinal, pada pelat dasar disebut Bottom Longitudinal dan pada kulit lambung disebut Side Longitudinal. Jarak antar Deck Longitudinal dan antar Bottom Longitudinal adalah 900 mm, sedangkan antar Side Longitudinal berjarak 800 mm. Gambar 20 menyajikan tampilan pemodelan untuk konstruksi deck dan bottom beserta longitudinal stiffener-nya.

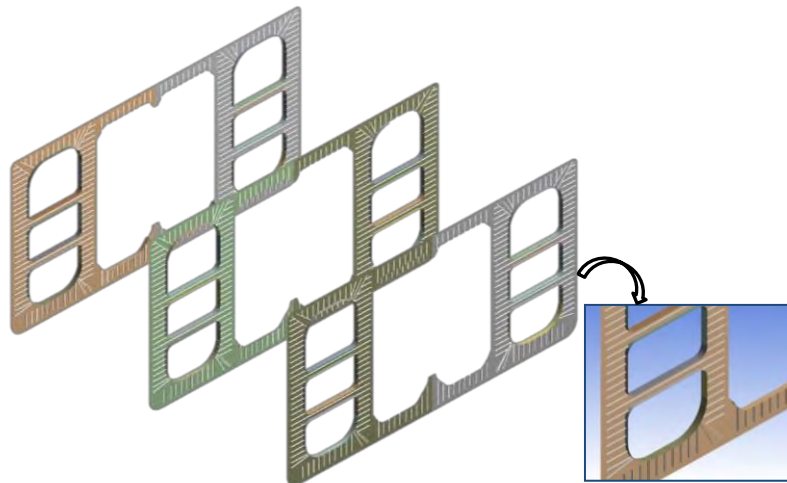
2. Web Transverse Frame

Pada keseluruhan geometri model FSO, ada 4 (empat) konstruksi Web Transverse Frame ini, yaitu di Fr.6, Fr.11, Fr.16 dan Fr.21. Masing-masing

terdiri atas komponen konstruksi pelat frame dan stiffener yang menempel pada salah satu sisinya, seperti terlihat pada Gambar 4.7.



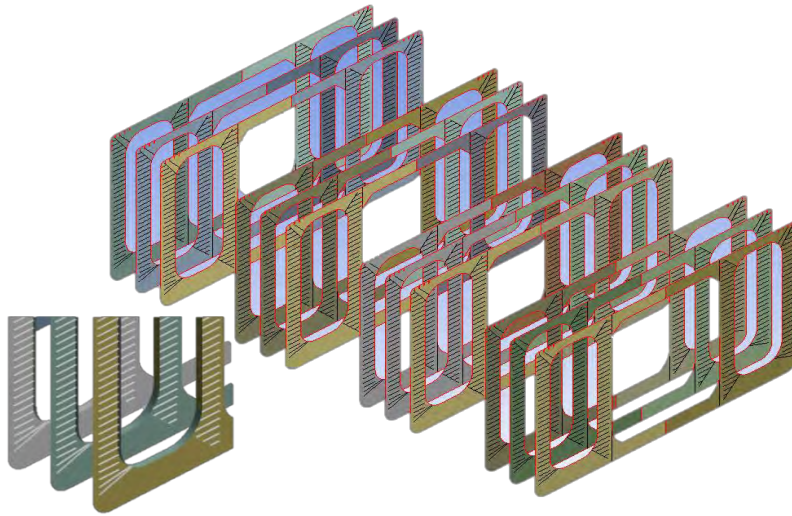
Gambar 4.6 Geometri Model untuk Deck dan Bottom



Gambar 4.7 Geometri Model untuk Web Transverse Frame

3. Ordinary Transverse Frame

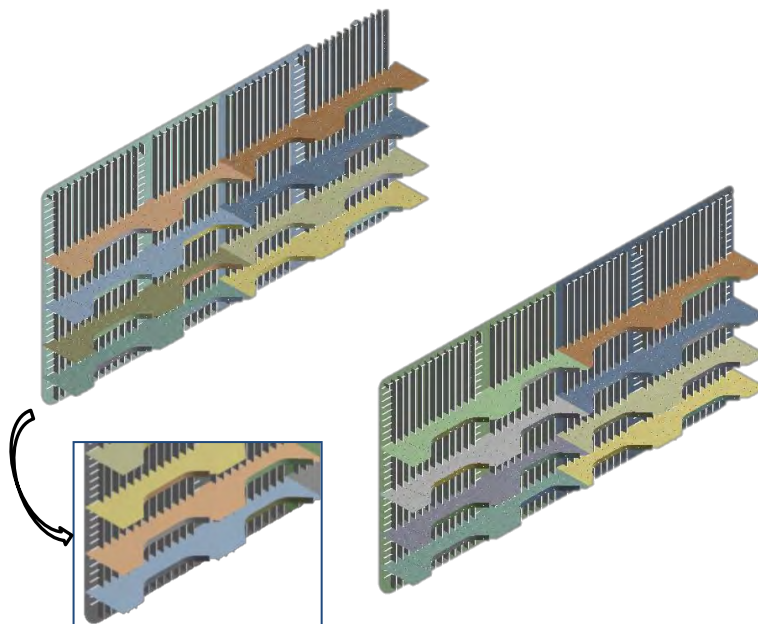
Konstruksi Ordinary Transverse Frame ini merupakan konstruksi melintang frame biasa tanpa adanya konstruksi cross ties didalamnya. Konstruksi ini digunakan untuk Fr.7 sampai Fr. 9, Fr.12 sampai Fr. 14, Fr.17 sampai Fr.19 dan Fr. 22 sampai Fr. 24. Jadi secara keseluruhan dalam geometri global model adalah sejumlah 12 (dua belas) lokasi. Geometri model untuk jenis konstruksi ini disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Geometri Model untuk Ordinary Transverse Frame

4. Oil Tight Bulkhead

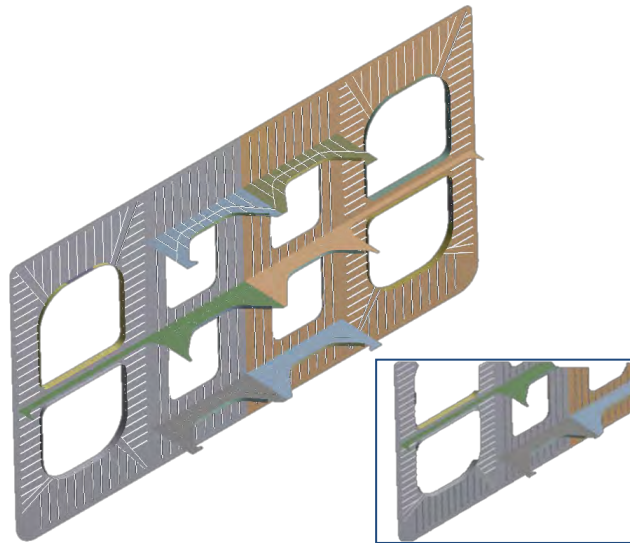
Konstruksi Frame 10 dan Frame 20 dalam geometri model (Gambar 4.9) merupakan konstruksi sekat kedap minyak (Oil Tight Bulkhead). Konstruksi ini membatasi 1 (satu) tangki muatan minyak dengan panjang 46 meter. Setiap konstruksi sekat terdiri atas komponen struktur pelat sekat, stiffener dan horizontal girder. Ada 4 (empat) horizontal girder yang melintang selebar pelat sekat pada posisi masing-masing sejarak 4 meter, 8 meter, 12.8 meter dan 18.4 meter dari garis dasar FSO.



Gambar 4.9 Geometri Model untuk Oil Tight Bulkhead

5. Swash Bulkhead

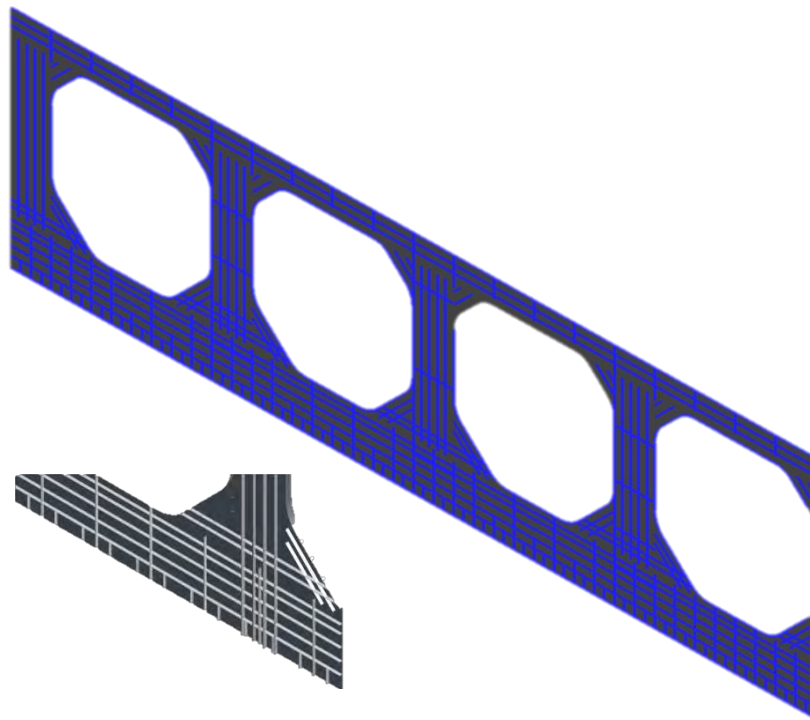
Konstruksi Swash Bulkhead merupakan konstruksi melintang yaitu pada Fr. 15. Jadi pada geometri model yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdapat 1 (satu) jenis konstruksi ini, disusun dari pelat sekat, stiffener dan 3 (tiga) horizontal girder masing-masing berturut-turut sejarak 4 meter, 12.8 meter dan 21.6 meter (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 Geometri Model untuk Swash Bulkhead

6. Center Girder dan Longitudinal Bulkhead

Dengan konstruksi detail seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.11, konstruksi center girder ini membujur dan membagi lebar FSO menjadi dua bagian yang simetris. Konstruksi ini terdiri atas pelat center girder dan stiffener-nya baik secara memanjang pada bagian atas maupun di bagian bawah, serta stiffener dalam arah vertikal. Sama halnya dengan Center Girder, konstruksi sekat memanjang (Longitudinal Bulkhead) juga merupakan konstruksi yang membujur sepanjang keseluruhan geometri model. Terdapat dua sekat memanjang, masing-masing berjarak 9.9 meter dari center line simetris ke arah kanan dan kiri FSO.



Gambar 4.11 Geometri Model untuk Center Girder

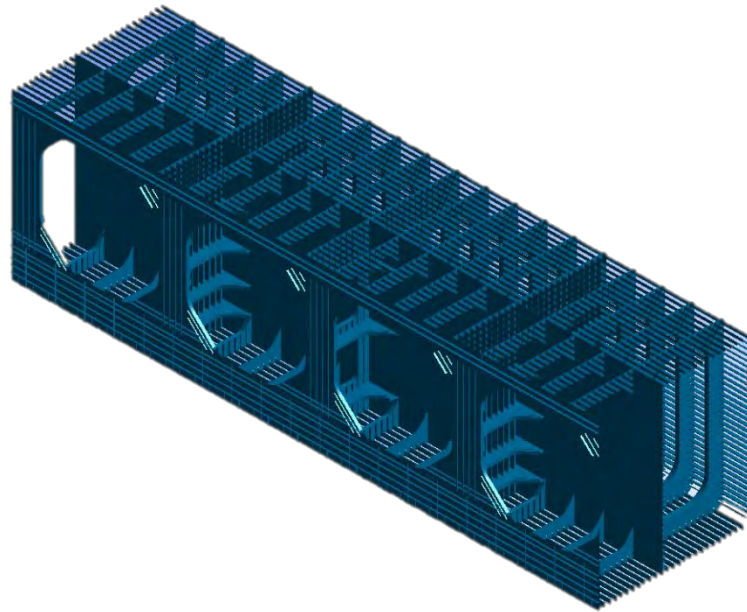
Dimensi ketebalan struktur, baik pelat maupun profil yang digunakan dalam pemodelan ini mengikuti pendekatan net thickness, yaitu 80% dari ketebalan desain (original thickness). Jenis material yang digunakan sesuai dengan yang tercantum dalam spesifikasi teknis FSO adalah mild steel dengan properties seperti yang tercantum pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Properties Material Konstruksi FSO Arco Ardjuna

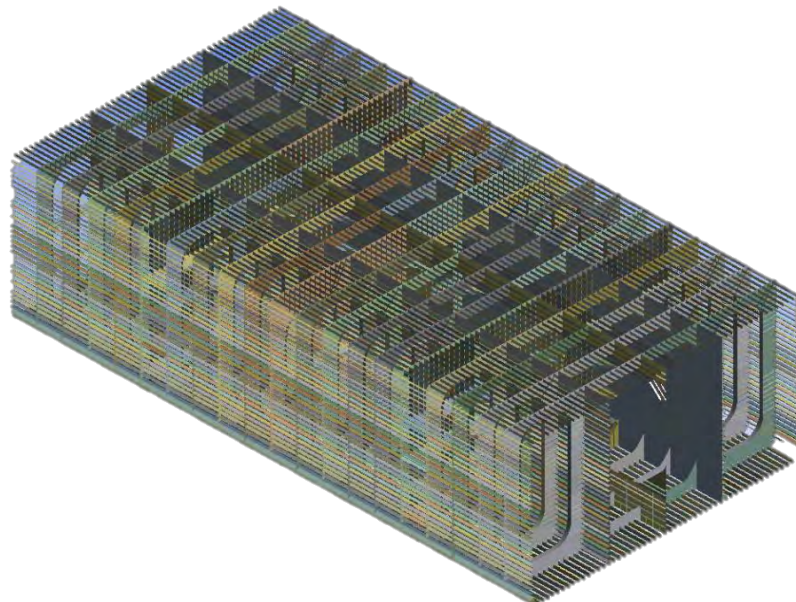
Property	Value	Unit
Density	7850	kg m ³
Tensile Yield Strength	2.50E+08	Pa
Tensile Ultimate Strength	4.6+08	Pa
Young's Modulus	2.00E+11	Pa
Poisson's Ratio	0.3	-

Pemilihan tipe elemen yaitu penggunaan elemen shell dan elemen beam mempertimbangkan kompleksitas struktur secara keseluruhan. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap performance hardware dalam melakukan analisa. Tingkat ke-efisien-an menjadi faktor utama. Elemen shell digunakan pada

member struktur utama, seperti pelat lambung, pelat frame, pelat sekat memanjang dan pelat center girder. Sedangkan untuk konstruksi penguat (stiffener) baik itu secara memanjang maupun melintang, digunakan elemen beam. Secara global, pemodelan elemen hingga dari FSO yang akan dijadikan obyek dalam analisa seperti terlihat pada Gambar 4.12.



(a)



(b)

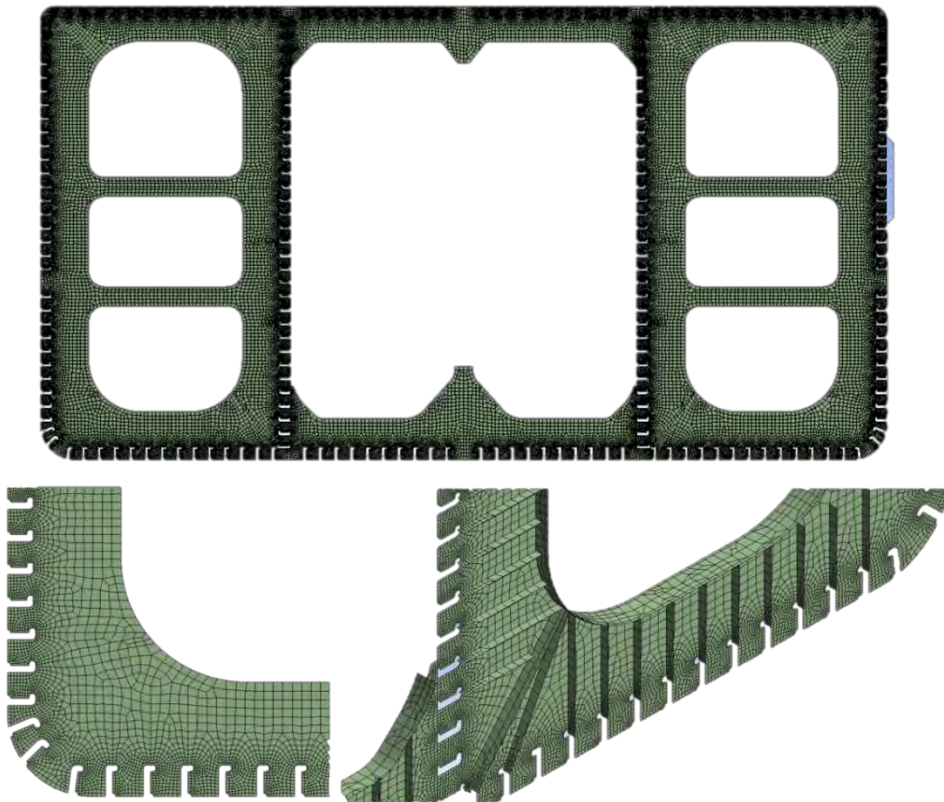
Gambar 4.12 Geometri Model FSO

(a) Half Section (b) Full Model Tanpa Shell

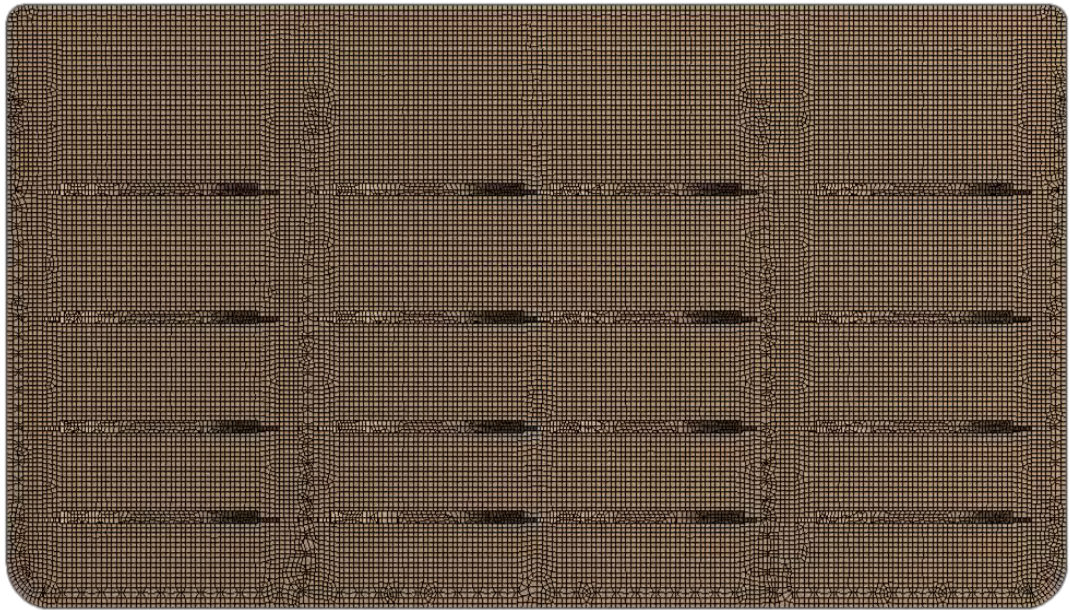
4.4. Tahapan Proses Meshing dalam Analisa Struktur

Secara umum, ketentuan meshing untuk elemen pelat atau shell adalah mengikuti konfigurasi sistem penguatan atau penegar pada geometri global. Tahapan meshing yang seperti ini sering disebut dengan istilah *Global Meshing*. Dengan berdasarkan pada BKI – FPI Annex 7.E (2013), ukuran meshing pada geometri global dapat diuraikan sebagai berikut:

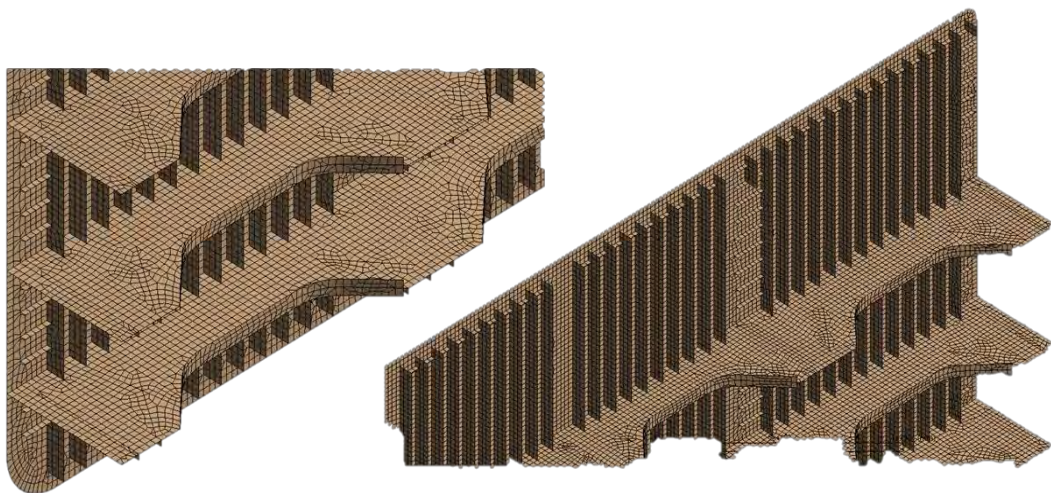
1. Setidaknya terdapat satu elemen meshing pada satu jarak pembujur (*longitudinal stiffener*) dan tidak melebihi sampai dua kali jarak tersebut. Secara aplikatif pada piranti lunak ANSYS, Gambar 4.13 menjelaskan aturan ini.
2. Untuk geometri sekat melintang, *web transverse* dan *web frame*, setidaknya terdapat satu elemen meshing pada setiap jarak penegar vertikal. Pemenuhan aturan ini ditampilkan pada Gambar 4.14.
3. Setidaknya terdapat 3 (tiga) elemen meshing untuk geometri *double bottom girder* dan *floor*, transverse web frame, vertical web frame dan *horizontal girder* pada sekat melintang (Gambar 4.15).



Gambar 4.13 *Global Meshing* pada *Web Transverse*



Gambar 4.14 *Global Meshing* pada *Oil Tight Bulkhead*



Gambar 4.15 *Global Meshing* pada *Horizontal Girder*

Secara aplikatif pada piranti lunak ANSYS, pemenuhan aturan-aturan ini dilakukan dengan mendefinisikan pengaturan seperti terlihat pada Gambar 4.16 dengan menginputkan angka *relevance* sebesar 0 dan ukuran meshing minimal 15 mm dan maksimal sebesar 800 mm. Angka *relevance* 0 mengindikasikan bahwa proses meshing yang dilakukan merupakan kategori kasar atau biasa disebut dengan istilah *coarse meshing*.

Details of "Mesh"	
[-] Defaults	
Physics Preference	Mechanical
<input type="checkbox"/> Relevance	0
[-] Sizing	
Use Advanced Size Function	On: Curvature
Relevance Center	Coarse
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Medium
Span Angle Center	Coarse
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default (30.0 °)
<input type="checkbox"/> Min Size	15.0 mm
<input type="checkbox"/> Max Face Size	800.0 mm
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Minimum Edge Length	0.158230 mm

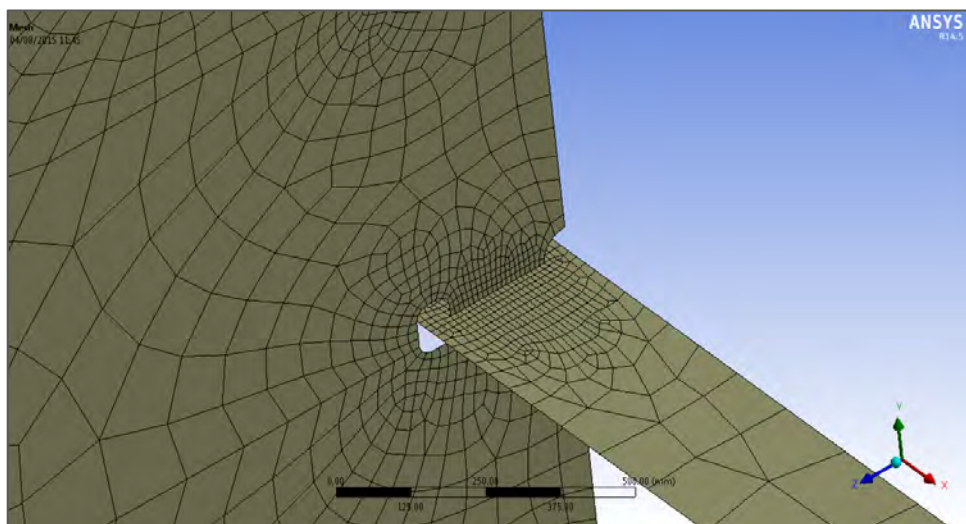
Gambar 4.16 Pengaturan *Global Coarse Meshing*

Tahapan selanjutnya, seperti yang diuraikan ABS – *Guide for Spectral-based Fatigue Analysis for FPSO Installations* (2010) Section 7, untuk daerah yang kritis (*local geometry*) yang diperkirakan terjadi konsentrasi tegangan, maka diperlukan ukuran meshing yang lebih kecil. Proses meshing lokal yang seperti ini disebut dengan *Fine Meshing* dan harus dipastikan bahwa elemen meshing memiliki kualitas yang baik. Yang dimaksudkan dengan kualitas baik disini adalah kaitannya dengan aspek kepadatan ukuran meshing (*mesh density*), transisi perubahan ukuran meshing (*mesh gradation*) dan perbandingan ukuran elemen meshing dari geometri yang berdekatan (*mesh ratio of adjacent element*). Dari referensi yang sama seperti tersebut di atas, juga dinyatakan secara jelas bahwa ukuran meshing untuk geometri lokal atau lokasi kritis adalah sebesar $t \times t$, dimana t adalah ketebalan pelat dalam satuan milimeter dan untuk geometri dengan elemen *shell* atau pelat, maka elemen meshing berupa elemen segi empat (*quadrilateral*).

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.17, proses *fine mesh* ini dilakukan dengan pengaturan berupa “*edge sizing*” pada sambungan yang ditinjau dan mendefinisikan ukuran elemen sesuai dengan ketebalan pelat konstruksi melintang sebesar 10 mm. Hasil proses *fine mesh* ini disajikan pada Gambar 4.18.

Details of "Edge Sizing" - Sizing	
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
Definition	
Suppressed	No
Type	Element Size
<input type="checkbox"/> Element Size	10. mm
Behavior	Soft
<input type="checkbox"/> Curvature Normal Angle	Default
<input type="checkbox"/> Growth Rate	Default
Bias Type	No Bias

Gambar 4.17 Pengaturan *Local Fine Mesh*



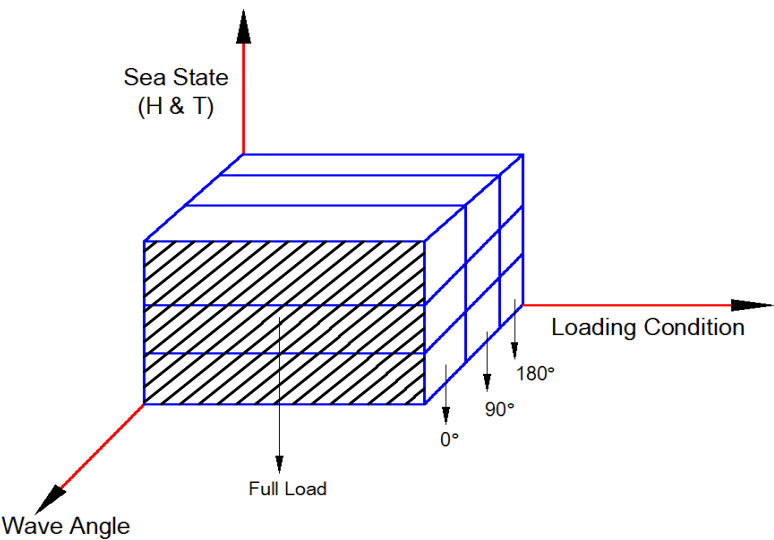
Gambar 4.18 *Fine Mesh* pada Sambungan LS-30 dan Frame 24

4.5. Skenario Operasional

Skenario operasional ditampilkan dalam sketsa *operational box* yang tersaji pada Gambar 4.19 dan bisa dijelaskan sebagai berikut. Bahwa hanya FSO dengan kondisi muatan penuh (full load) dengan sarat air 24 meter yang dipertimbangkan dalam analisa. Untuk kondisi ini, rentang frekuensi yang digunakan adalah 0.25 rad/s sampai 1.65 rad/s dengan interval 0.1 rad/s. Selanjutnya pada kombinasi antara kondisi muatan dan frekuensi tersebut, sudut datang gelombang yang dipertimbangkan dalam analisa adalah heading sea, beam sea dan following sea.

Variabel lain dalam skenario operasional adalah mengenai tinggi gelombang dan periode gelombang. Kombinasi antara dua variabel ini mewakili karakteristik

dari kondisi perairan berdasarkan data sebaran gelombang Laut Jawa Barat. Untuk tujuan kemudahan dalam prosedur analisa, variabel-variabel ini dinotasikan dengan penggunaan kode penamaan, yaitu kode huruf untuk variabel tinggi gelombang dan kode angka untuk variabel periode gelombang, seperti ditampilkan pada Tabel 4.5.



Gambar 4.19 Skenario Operasional

Tabel 4.5 Kode Penamaan Sea State

		Wave Periods (s)													
		1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
Wave Heights (m)	Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0.125	A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14
0.375	B	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10	B-11	B-12	B-13	B-14
0.625	C	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	C-13	C-14
0.875	D	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10	D-11	D-12	D-13	D-14
1.125	E	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12	E-13	E-14
1.375	F	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12	F-13	F-14
1.625	G	G-1	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	G-11	G-12	G-13	G-14
1.875	H	H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7	H-8	H-9	H-10	H-11	H-12	H-13	H-14
2.125	I	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	I-8	I-9	I-10	I-11	I-12	I-13	I-14
2.375	J	J-1	J-2	J-3	J-4	J-5	J-6	J-7	J-8	J-9	J-10	J-11	J-12	J-13	J-14
2.625	K	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5	K-6	K-7	K-8	K-9	K-10	K-11	K-12	K-13	K-14
2.875	L	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	L-6	L-7	L-8	L-9	L-10	L-11	L-12	L-13	L-14
3.125	M	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14
3.375	N	N-1	N-2	N-3	N-4	N-5	N-6	N-7	N-8	N-9	N-10	N-11	N-12	N-13	N-14
3.625	O	O-1	O-2	O-3	O-4	O-5	O-6	O-7	O-8	O-9	O-10	O-11	O-12	O-13	O-14

BAB 5

ANALISA BEBAN GELOMBANG

Seluruh proses dan hasil analisis penelitian yang terkait dengan aspek hidrodinamika dibahas dan diterangkan pada bab ini, yaitu meliputi pengolahan data hasil dari output pemodelan hidrodinamis hingga menghasilkan uraian akhir yang menjadi jawaban terhadap beberapa perumusan masalah dan tujuan dari penelitian.

5.1 Analisa Respon Gerakan pada Gelombang Reguler

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai karakteristik respon berupa gerakan FSO dalam mode 6 (enam) derajat kebebasan akibat eksitasi gelombang reguler. 3 (tiga) diantaranya merupakan gerak translasional terhadap sumbu x, y dan z meliputi *surge*, *sway* dan *heave* dan 3 (tiga) yang lain merupakan gerak rotasional meliputi *roll*, *pitch* dan *yaw*. Oleh karena dalam operasionalnya FSO ini beroperasi stasioner, maka kecepatan yang dipertimbangkan adalah 0 ($F_n = 0.00$). Mengenai kondisi operasional ini, juga terkait dengan kondisi muatan FSO itu sendiri dimana kondisi pertama adalah semua tangki terisi 98% muatan (full load) yang merupakan kondisi paling sering terjadi dan kondisi kedua adalah tangki terisi ballast (full ballast).

Karakteristik respon gerakan FSO diketahui melalui analisa hidrodinamis dalam rentang frekuensi 0.1 rad/s (15 frekuensi) dan disajikan dalam bentuk plotting berupa grafik *Response Amplitude Operators (RAO)*. Variabel lain yang dipertimbangkan dalam analisa hidrodinamis ini adalah arah atau sudut datang gelombang. 7 (tujuh) variasi sudut datang gelombang adalah 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° dan 180° relatif terhadap buritan FSO. Namun untuk analisa lebih lanjut terkait respon struktur, sudut gelombang yang dipertimbangkan adalah dalam 3 (tiga) arah yaitu 0° , 90° dan 180° .

RAO dihitung dengan menggunakan analisa *frequency domain* pada piranti lunak *MOSES* dan dengan metode *3D Diffraction*. *Syntax* perintah pada *MOSES* sebagai input yang diaplikasikan pada geometri yang sudah dibuat pada tahap sebelumnya disajikan pada Gambar 5.1.


```

***** set system
$
&instate -condition 24
&weight -compute 13.44 13.92 40.62 48.64
$
&equi -default
&status B_w
$
***** HYDROSTATIC MENU *****
$
HYDRODYNAMICS
$
***** stability trans. *****
$
g_press -heading 0 30 60 90 120 150 180
end
$
***** frequency response *****
$
freq_resp
$
***** response *****
$
rao -period 3.06 3.14 3.22 3.31 3.4 //
3.5 3.6 3.7 3.8 3.93 //
4.05 4.2 4.33 4.5 4.65 //
4.83 5.02 5.23 5.46 5.71 //
6 6.28 6.61 6.98 7.39 //
7.85 8.37 8.97 9.66 10.47 //
11.42 12.56 13.96 15.70 17.94 //
20.93 25.12
$
***** std post processing *****
$
fr_point 23 0 13.44
report
end

```

Annotations in the image:

- A box around the values `13.92 40.62 48.64` with an arrow pointing to the text **Radii of Gyration**.
- A box around the command `freq_resp` with an arrow pointing to the text **Frequency Respon Command**.
- A box around the command `fr_point 23 0 13.44` with an arrow pointing to the text **Coordinate Point of RAO**.

Gambar 5.1 Command pada MOSES

Seperti terlihat pada Gambar 28, parameter yang digunakan sebagai input dalam analisa respon gerakan, yang nantinya sekaligus merupakan analisa beban gelombang, adalah radius girasi dan pemberian definisi mengenai lokasi titik dimana RAO dihasilkan. Sebagai salah satu dari output perintah ini adalah RAO gerakan seperti disajikan pada Gambar 5.2 untuk arah head sea.

*** MOSES *** 27 March, 2015

~ Response Amplitude Operators
Isometric View
Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 knots Linearization Based on 1/ 20

*** MOTION RESPONSE OPERATORS ***

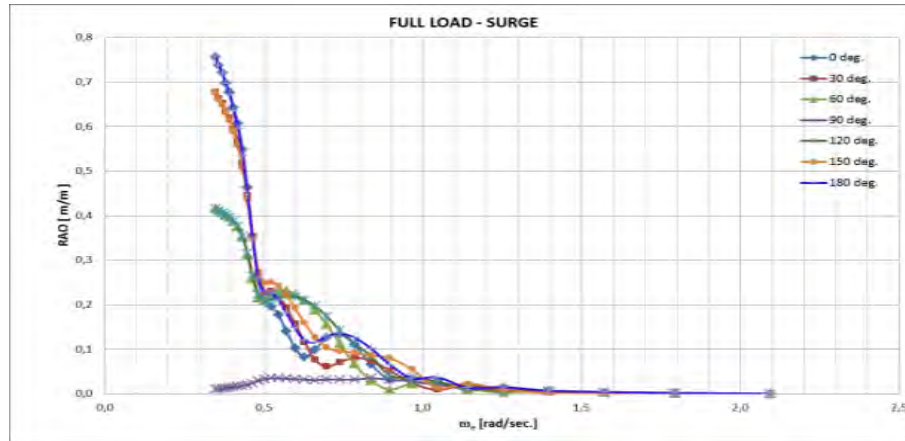
Of Point on Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: units Are Degrees, Meters, and M-Tons unless specified

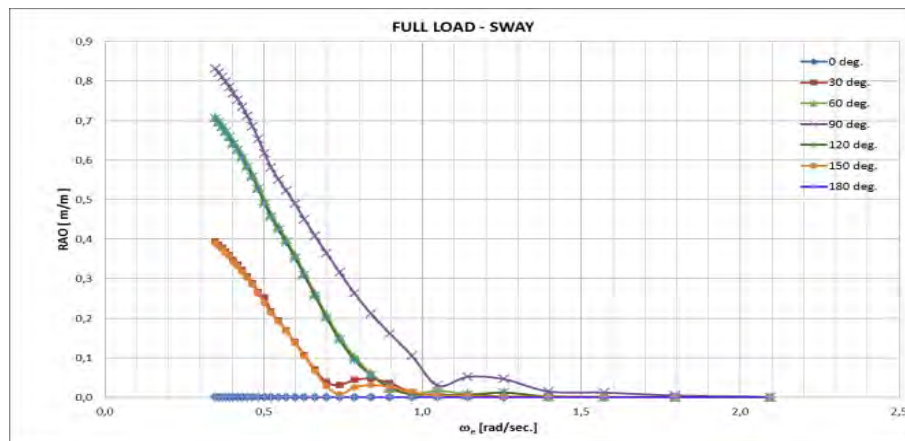
ENCOUNTER	Surge / wave Ampl.		Sway / wave Ampl.		Heave / wave Ampl.		Roll / wave Ampl.		Pitch / wave Ampl.		Yaw / wave Ampl.		
	Frequency -(rad/sec)-	Period -(sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	
0.2501	25.12	0.898	114	0.000	0	1.048	7	0.000	0	0.387	-66	0.000	0
0.3002	20.93	0.823	124	0.000	0	1.126	10	0.000	0	0.380	-55	0.000	0
0.3502	17.94	0.754	135	0.000	0	1.300	11	0.001	-113	0.899	-45	0.000	0
0.4002	15.70	0.657	146	0.000	0	1.626	4	0.002	-108	1.467	-41	0.000	0
0.4501	13.96	0.454	153	0.000	0	1.799	-25	0.006	-140	2.118	-63	0.000	0
0.5003	12.56	0.210	-164	0.000	0	1.088	-66	0.011	137	1.568	-99	0.000	0
0.5502	11.42	0.170	-120	0.000	0	0.467	-82	0.004	81	0.725	-109	0.000	0
0.6001	10.47	0.101	-71	0.000	0	0.198	-80	0.002	100	0.334	-92	0.000	0
0.6504	9.66	0.087	11	0.000	0	0.076	-68	0.001	139	0.143	-65	0.000	0
0.7005	8.97	0.126	61	0.000	0	0.022	-48	0.000	0	0.053	-21	0.000	0
0.7507	8.37	0.124	96	0.000	0	0.001	144	0.000	0	0.019	54	0.000	0
0.8004	7.85	0.092	131	0.000	0	0.011	158	0.000	0	0.015	137	0.000	0
0.8502	7.39	0.051	179	0.000	0	0.014	146	0.000	0	0.012	180	0.000	0
0.9002	6.98	0.030	-93	0.000	0	0.011	115	0.000	0	0.003	136	0.000	0
0.9506	6.61	0.023	9	0.000	0	0.008	108	0.000	0	0.007	74	0.000	0
1.0003	6.28	0.018	64	0.000	0	0.007	106	0.000	0	0.006	97	0.000	0
1.0472	6.00	0.028	131	0.000	0	0.006	104	0.000	0	0.006	136	0.000	0
1.1004	5.71	0.008	153	0.000	0	0.005	99	0.000	0	0.003	102	0.000	0
1.1508	5.46	0.006	-94	0.000	0	0.004	94	0.000	0	0.003	58	0.000	0
1.2014	5.23	0.006	161	0.000	0	0.004	95	0.000	0	0.002	86	0.000	0
1.2516	5.02	0.013	138	0.000	0	0.003	95	0.000	0	0.002	120	0.000	0
1.3009	4.83	0.011	132	0.000	0	0.003	95	0.000	0	0.002	115	0.000	0
1.3512	4.65	0.009	122	0.000	0	0.002	96	0.000	0	0.002	107	0.000	0
1.3963	4.50	0.007	111	0.000	0	0.002	97	0.000	0	0.002	102	0.000	0
1.4311	4.35	0.006	113	0.000	0	0.002	96	0.000	0	0.002	100	0.000	0
1.4960	4.20	0.005	115	0.000	0	0.001	94	0.000	0	0.001	99	0.000	0
1.5514	4.05	0.004	118	0.000	0	0.001	92	0.000	0	0.001	97	0.000	0
1.5988	3.93	0.004	119	0.000	0	0.001	91	0.000	0	0.001	96	0.000	0
1.6535	3.80	0.003	118	0.000	0	0.001	91	0.000	0	0.001	95	0.000	0
1.6982	3.70	0.003	118	0.000	0	0.001	91	0.000	0	0.001	95	0.000	0
1.7453	3.60	0.002	118	0.000	0	0.001	90	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.7952	3.50	0.002	117	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8480	3.40	0.001	116	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8982	3.31	0.001	115	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9513	3.22	0.001	113	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0010	3.14	0.001	111	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Gambar 5.2 Output RAO Gerakan Head Sea

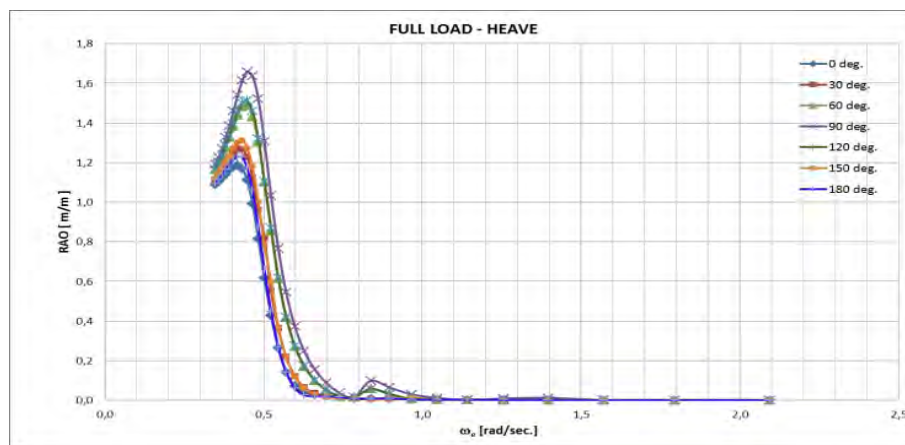
Gambar 5.3 dan Gambar 5.4 menunjukkan *RAO* pada variabel kondisi muatan full load yang mendefinisikan karakteristik gerakan FSO akibat eksitasi gelombang reguler.



(a)



(b)



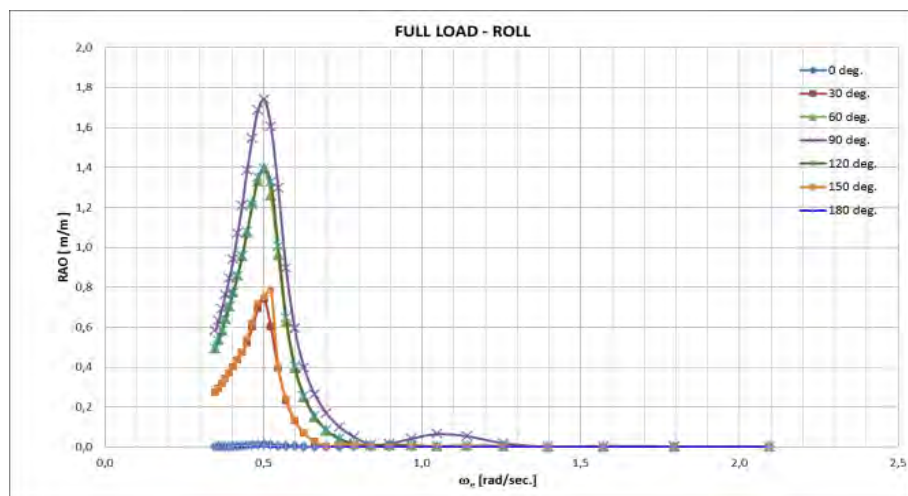
(c)

Gambar 5.3 RAO Gerakan Translasional (a) Sway; (b) Surge; dan (c) Heave

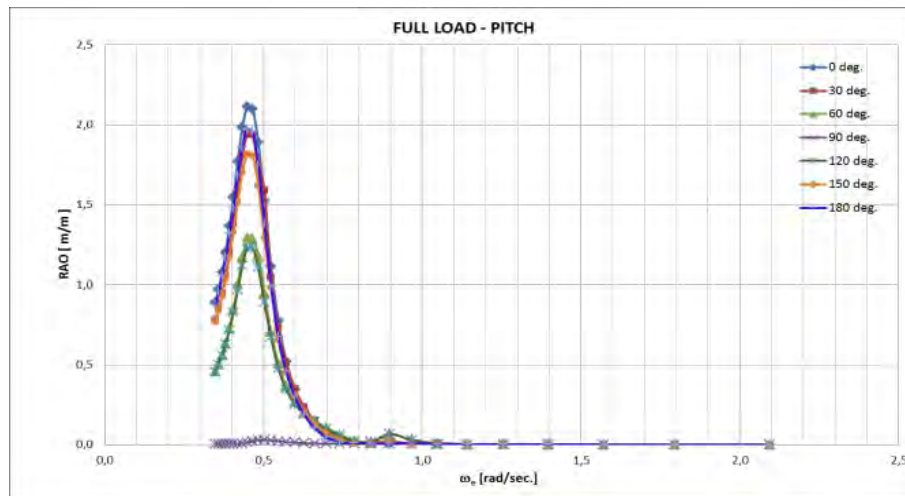
Karakteristik gerakan *surge* seperti yang ditunjukkan dalam grafik RAO (Gambar 30a) menjelaskan pada frekuensi rendah RAO *surge* mempunyai harga sekitar 0.78 m/m pada sudut datang gelombang 180° , kemudian menurun secara tajam hingga mencapai frekuensi sekitar 0.7 rad/det dan kurva beranjak naik hingga harga RAO mencapai sekitar 0.12 m/m yang merupakan resonansi gerakan tersebut, setelah mencapai frekuensi resonansi gerakan *surge* kurva menurun pada daerah frekuensi tinggi hingga RAO mendekati nol.

Karakteristik gerakan *sway* (Gambar 30b) pada daerah frekuensi rendah mempunyai harga RAO maksimal sekitar 0.92 m/m pada sudut datang gelombang 90° , kemudian kurva menurun drastis dan melonjak naik pada frekuensi resonansinya saat 1.2 rad/det dengan harga 0.05 m/m. Setelah mencapai frekuensi resonansi gerakan *sway* kurva menurun pada daerah frekuensi tinggi hingga RAO mendekati nol.

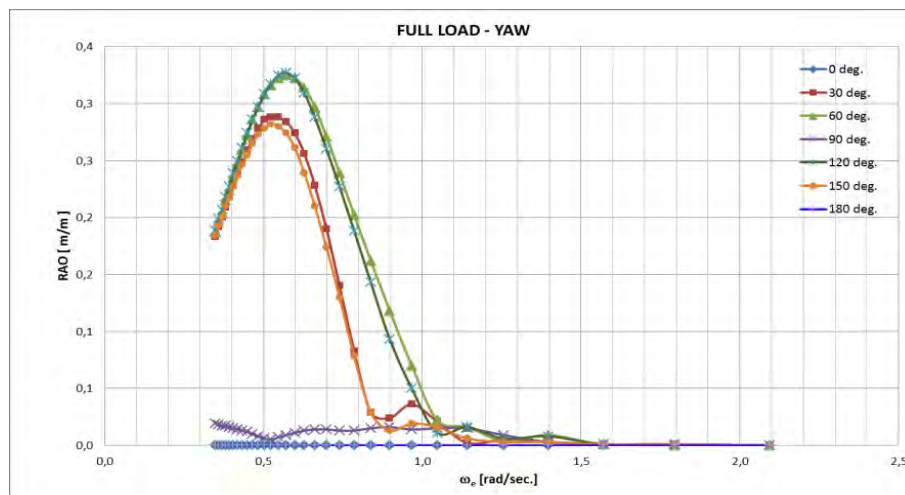
RAO gerakan *heave* (Gambar 30c) pada daerah frekuensi rendah mempunyai harga 1 m/m pada frekuensi 0.3 rad/det kemudian melonjak naik pada sudut datang gelombang 90° saat frekuensi 0.5 rad/det dengan harga maksimal pada gerakan *heave* sekitar 1.7 m/m yang merupakan resonansi gerakan tersebut. Kemudian kurva menurun drastis dan naik lagi pada resonansi kedua saat frekuensi 0.9 rad/det mencapai 0.1 m/m. Setelah mencapai frekuensi resonansi gerakan *heave* kurva menurun pada daerah frekuensi tinggi hingga RAO mendekati nol.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.4 RAO Gerakan Rotational (a) Roll; (b) Pitch; dan (c) Yaw

RAO gerakan *roll* (Gambar 31a) pada daerah frekuensi rendah mempunyai harga RAO sekitar 0.3 m/m pada sudut datang gelombang 90° saat frekuensi 0.2 rad/det. Kemudian melonjak naik hingga mencapai harga sekitar 1.7 deg/m yang merupakan frekuensi resonansinya, yaitu sekitar 0.5 rad/det. Kurva lalu menurun tajam dan naik lagi pada resonansi keduanya hingga mencapai sekitar 0.1 deg/m saat frekuensi sekitar 1.1 rad/det. Resonansi kedua gerakan ini akan mempengaruhi gerakan *sway* dan *yaw*.

RAO gerakan *pitch* (Gambar 31b) pada daerah frekuensi rendah mempunyai harga RAO sekitar 0.4 saat frekuensi 0.25 rad/det kemudian melonjak naik pada frekuensi resonansinya saat 0.5 rad/det dengan harga 2.1 deg/m pada sudut datang

gelombang 0° . Kemudian kurva menurun drastis dan naik lagi pada resonansi kedua saat frekuensi 0.9 rad/det mencapai 0.2 deg/m. Setelah mencapai frekuensi resonansi gerakan *pitch* kurva menurun pada daerah frekuensi tinggi hingga RAO mendekati nol.

Karakteristik gerakan *yaw* (Gambar 31c) pada sudut datang gelombang 60° dan 120° lebih dominan dibandingkan saat arah datang gelombang dari sisi. Secara umum arah gelombang menyilang akan menyebabkan dominasi gerakan *yaw*. Kurva gerakan *yaw* beranjak naik hingga mencapai harga 0.35 deg/m saat frekuensi resonansinya yaitu 0.47 rad/det. Kemudian kurva melonjak turun dan naik hingga mencapai 0.5 deg/m saat frekuensi 0.9 rad/det. Setelah mencapai frekuensi resonansi gerakan *yaw* kurva menurun pada daerah frekuensi tinggi hingga RAO mendekati nol.

Berdasarkan penjelasan diatas, karakteristik gerakan pada gelombang regular untuk mode gerakan vertikal (*heave*, *roll* dan *pitch*) lebih dominan daripada moda gerak horisontal (*surge*, *sway* dan *yaw*). Hal ini disebabkan karena ketiga moda gerak tersebut (moda gerak vertikal) memiliki faktor kekakuan akibat eksitasi gelombang harmonik, adanya faktor kekakuan tersebut menyebabkan harga faktor redaman menjadi kecil sehingga ketika gerakan mencapai frekuensi resonansinya perubahan karakteristik gerak akan mempunyai bagian yang melonjak secara tajam.

Namun untuk analisa lebih lanjut terkait respon struktur, karakteristik gerakan yang dipertimbangkan adalah gerakan *heave* dan gerakan *pitch* sesuai dengan arah pembebanan *shear force* dan *bending moment* sebagai input beban.

5.2 Analisa Respon Struktur Akibat Eksitasi Gelombang Regular

Beban gelombang regular memiliki pengaruh dinamis terhadap respon struktur global bangunan laut terapung. Respon struktur global ini dapat dianggap sebagai efek primer dari gerakan di atas gelombang sehingga merupakan bagian terpenting dari keseluruhan proses perancangan bangunan laut. Respon struktur yang diakibatkan oleh eksitasi gelombang regular dalam pembahasan ini adalah berupa gaya geser dan momen lengkung. Sebagai hasil analisa dengan piranti

lunak MOSES, respon struktur global FSO Arco Ardjuna disajikan pada Gambar 5.5 dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 5.6 serta Gambar 5.7.

Dari Gambar 5.5 dapat diperoleh informasi mengenai RAO respon struktur global yang ditampilkan dari hasil komputasi untuk FSO dalam kondisi full load (ditunjukkan dengan sarat 24 meter), arah datang gelombang head sea (ditunjukkan dengan heading angle 0°), stasioner dan linearisasi tinggi gelombang $1/20$ dari panjang FSO. Respon struktur global berupa gaya geser secara berturut-turut adalah gaya geser longitudinal, gaya geser horisontal dan gaya geser vertikal. Sedangkan untuk momen lengkung yaitu momen torsi, momen lengkung vertikal dan momen lengkung horisontal.

Page 9 ***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 ***** Ser 014 *****

*** MOSES ***

27 March, 2015

- Response Amplitude Operators
Isometric View

Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters

Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters

Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

+++ CARGO FORCE RESPONSE OPERATORS +++

On weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

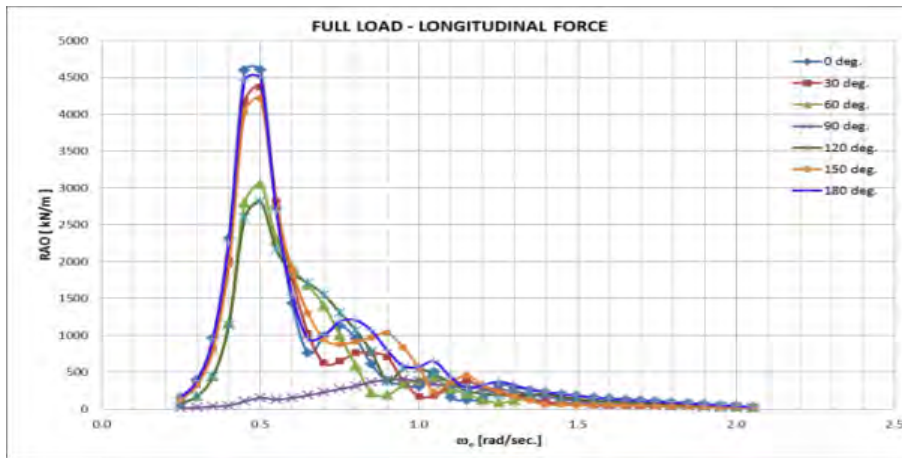
ENCOUNTER		FORCES		MOMENTS									
Frequency (Rad/Sec)	Period (Sec)	Long./Wave Ampl. Phase	Trans./Wave Ampl. Phase	Vert./Wave Ampl. Phase	Roll/Wave Ampl. Phase	Pitch/Wave Ampl. Phase	Yaw/Wave Ampl. Phase						
0.2501	25.12	157.12	112	0.19	-144	1023.66	-172	0.24	35	10873.46	113	0.75	41
0.3002	20.93	392.68	125	0.50	-131	1584.14	-169	0.92	48	23485.51	124	1.84	53
0.3502	17.94	959.08	133	1.32	-112	2488.85	-168	3.28	66	49557.25	134	4.15	75
0.4002	15.70	2314.06	132	4.05	-107	4066.30	-175	13.09	71	103644.50	138	9.83	89
0.4501	13.96	4593.55	105	14.45	-139	5688.24	154	58.98	39	192718.38	116	22.55	82
0.5003	12.56	4600.40	70	28.37	138	4251.33	113	143.06	-42	176353.59	80	32.02	51
0.5502	11.42	2732.93	67	10.37	81	2208.10	97	63.66	-98	98598.91	70	24.64	41
0.6001	10.47	1435.35	95	4.04	101	1112.67	99	29.74	-79	54140.42	87	17.82	60
0.6504	9.66	760.65	161	2.04	142	502.15	111	17.43	-40	27228.34	114	12.19	88
0.7005	8.97	989.23	-127	1.29	-165	164.79	131	12.36	10	11655.64	158	8.08	129
0.7507	8.37	1128.63	-85	0.91	-110	7.32	-35	9.70	67	4763.62	-125	5.20	-178
0.8004	7.85	955.07	-47	0.69	-57	113.34	-21	8.43	121	4213.00	-42	3.72	-113
0.8502	7.39	605.58	0	0.53	-3	162.93	-33	7.36	176	3773.55	0	3.10	-54
0.9002	6.98	376.04	85	0.45	57	143.54	-64	7.19	-123	1210.33	-43	3.05	12
0.9506	6.61	334.94	-167	0.23	122	112.70	-71	3.93	-59	2775.76	-105	1.39	71
1.0005	6.28	302.34	-113	0.13	174	102.35	-73	2.42	-6	2871.06	-82	0.67	122
1.0472	6.00	498.23	-48	0.14	-101	97.33	-75	3.00	78	3195.93	-43	0.93	-118
1.1004	5.71	158.84	-29	0.03	-58	95.04	-80	0.60	121	1875.12	-77	0.03	-170
1.1508	5.46	120.15	86	0.06	48	92.03	-85	1.47	-130	1785.69	-121	0.54	58
1.2014	5.23	133.67	-20	0.02	19	82.17	-84	0.47	-158	1394.90	-93	0.15	4
1.2516	5.02	321.01	-41	0.03	-96	72.21	-84	0.75	83	1437.01	-59	0.43	-86
1.3009	4.83	297.86	-48	0.02	-105	67.67	-84	0.62	74	1544.85	-64	0.36	-94
1.3512	4.65	254.95	-57	0.01	-119	63.62	-83	0.39	60	1664.02	-72	0.23	-109
1.3963	4.50	225.38	-68	0.01	-155	60.00	-82	0.23	27	1787.18	-77	0.15	-141
1.4511	4.33	201.60	-66	0.00	-137	52.96	-83	0.16	44	1497.60	-79	0.11	-121
1.4960	4.20	182.04	-64	0.00	-111	47.38	-85	0.13	69	1266.62	-80	0.10	-95
1.5514	4.05	159.11	-62	0.00	-74	40.70	-87	0.14	106	988.05	-82	0.12	-62
1.5988	3.93	143.90	-60	0.00	-64	36.60	-88	0.15	116	847.10	-83	0.12	-55
1.6535	3.80	129.40	-61	0.00	-65	33.07	-88	0.13	115	759.78	-84	0.11	-36
1.6982	3.70	117.70	-61	0.00	-66	30.23	-88	0.12	115	689.51	-84	0.10	-57
1.7453	3.60	105.39	-62	0.00	-67	27.27	-89	0.10	114	616.40	-85	0.09	-58
1.7952	3.50	92.43	-62	0.00	-68	24.18	-89	0.09	113	540.15	-86	0.07	-59
1.8480	3.40	78.79	-63	0.00	-70	20.94	-89	0.08	111	460.56	-88	0.06	-62
1.8982	3.31	65.88	-64	0.00	-72	17.88	-89	0.06	109	385.88	-89	0.05	-65
1.9513	3.22	52.35	-66	0.00	-75	14.69	-89	0.05	106	308.36	-92	0.04	-70
2.0010	3.14	39.79	-69	0.00	0	11.71	-90	0.04	101	237.38	-96	0.03	-78
2.0533	3.06	26.82	-74	0.00	0	8.61	-90	0.02	89	165.87	-105	0.02	-94

Gambar 5.5 Output MOSES RAO Beban Gelombang Head Sea

Gambar 5.6 menunjukkan bahwa gaya geser longitudinal FSO terbesar pada sudut 0° dengan harga mencapai 4600 kN/m. Gaya geser longitudinal dipengaruhi oleh gerakan roll, sway dan yaw.

Gaya geser horisontal terbesar pada sudut 90° dengan harga mencapai 5510 kN/m. Gaya geser horisontal ini dipengaruhi oleh gerakan sway. Sedangkan gaya geser horisontal terbesar terjadi pada sudut 90° yang mencapai 5800 kN/m. Gaya

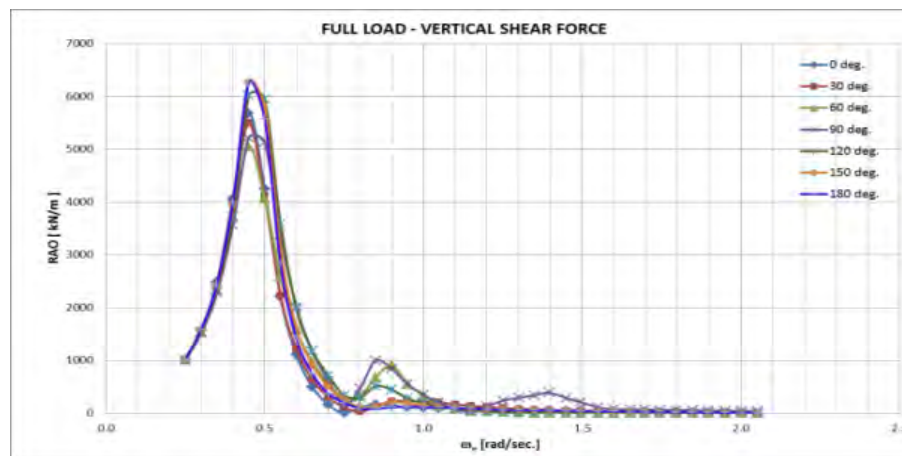
geser vertikal ini dipengaruhi oleh gerakan heave, dimana karakteristik geraknya lebih tinggi pada sudut 90° dibandingkan dengan sudut lainnya.



(a)



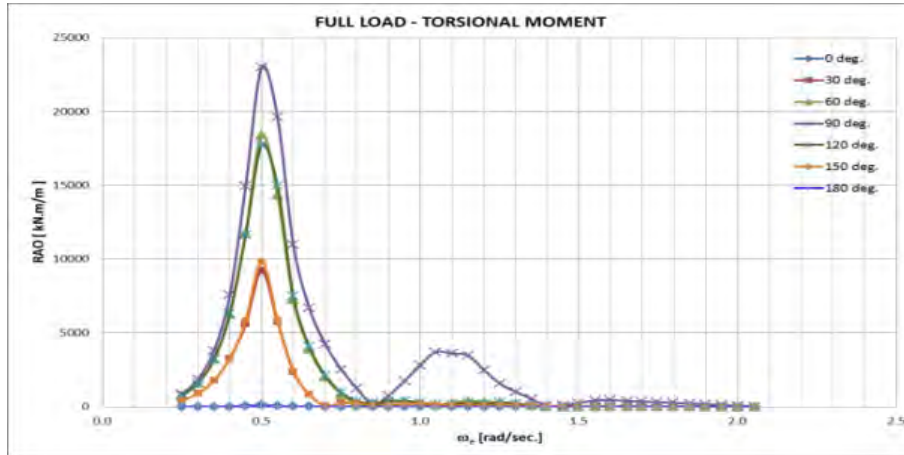
(b)



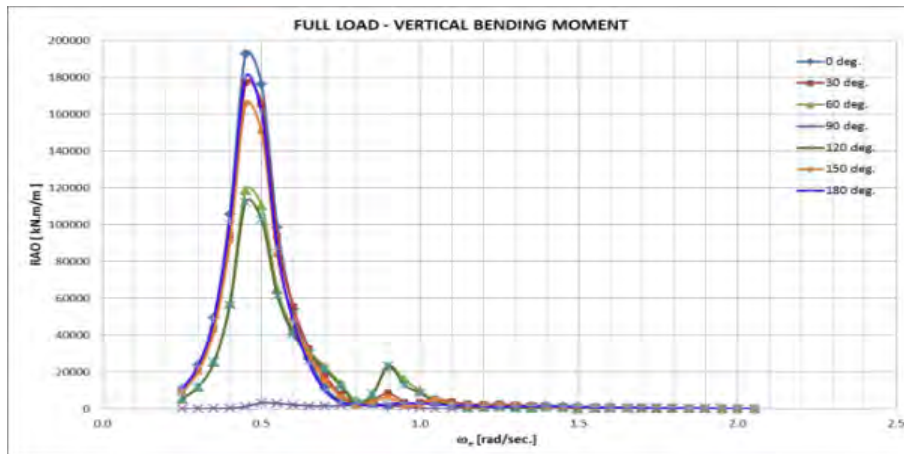
(c)

Gambar 5.6 RAO Gaya Geser (a) Longitudinal; (b) Horisontal dan (c) Vertikal

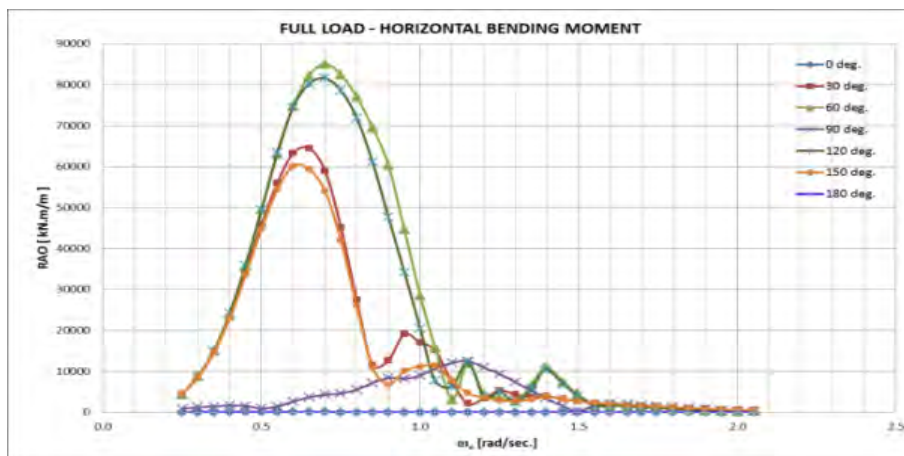
Respon torsional moment dipengaruhi oleh gerakan *sway* dan gerakan *heave*, dimana memiliki karakteristik gerak lebih tinggi pada sudut 90° dibandingkan dengan sudut lainnya. Sedangkan pada respon moment lengkung vertikal, yang terbesar ada pada sudut 0° dan terbesar pada sudut 60° untuk horizontal moment.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.7 RAO Momen Lengkung (a) Torsi; (b) Vertikal dan (c) Horisontal

5.3 Karakteristik Beban Gelombang Kurun Waktu Pendek

Seperti diketahui bahwa untuk analisa respon kurun waktu pendek, sebarannya mengikuti distribusi rayleigh. Maka peluang terjadinya suatu beban gelombang tertentu didekati dengan menggunakan fungsi kepadatan peluang (*probability density function (pdf)*) dari distribusi tersebut. Perhitungan sebaran distribusi gaya geser vertikal dalam analisa kurun waktu pendek dilakukan dengan analisa spektral pada setiap skenario operasional. Analisa ini untuk kode penamaan skenario operasional F-9 yang merepresentasikan kondisi operasi tinggi gelombang H_s 1.375 meter dan periode gelombang 8.5 detik dilakukan dengan teknik tabulasi. Tabel 10 menyajikan perhitungan untuk skenario operasional ini untuk arah gelombang head sea. Teknik tabulasi yang identik seperti ini diterapkan juga pada analisa spektral untuk beban gelombang berupa momen lengkung.

Tabel 5.1 Perhitungan Gaya Geser Vertikal Kurun Waktu Pendek F-9

ω (rad/s)	$S(\omega)$ (kN ² /rad/s)	SM	RAO (kN/m)	RAO ² (kN ² /m ²)	$S_r(\omega)$ (kN ² /rad/s)	$S_r(\omega)*SM$ (kN ²)	$\omega^2*S_r(\omega)*SM$ (kN ² /rad/s)
0.25	0.00000	1	1023.66	1047879.80	0.00000	0.00000	0.00000
0.35	0.00000	4	2488.85	6194374.32	0.00242	0.00970	0.00119
0.45	0.00079	2	5688.24	32356074.30	25423.03435	50846.06871	10296.32891
0.55	0.04379	4	2208.10	4875705.61	213511.87903	854047.51613	258349.37363
0.65	0.17040	2	502.15	252154.62	42967.94924	85935.89849	36307.91711
0.75	0.41283	4	237.32	56320.78	23251.09972	93004.39889	52314.97438
0.85	0.15724	2	162.93	26546.18	4174.24409	8348.48818	6031.78271
0.95	0.10628	4	112.70	12701.29	1349.93950	5399.75799	4873.28159
1.05	0.07494	2	97.33	9473.13	709.87491	1419.74982	1565.27418
1.15	0.05222	4	92.03	8469.52	442.26154	1769.04617	2339.56356
1.25	0.03656	2	72.21	5214.28	190.64986	381.29971	595.78080
1.35	0.02591	4	63.62	4047.50	104.88214	419.52854	764.59077
1.45	0.01864	2	52.96	2804.76	52.28425	104.56850	219.85527
1.55	0.01362	4	40.70	1656.49	22.56475	90.25901	216.84726
1.65	0.01011	1	33.07	1093.62	11.05509	11.05509	30.09747
Σ						1101777.64492	373905.66883
						$\Sigma 0$	$\Sigma 2$

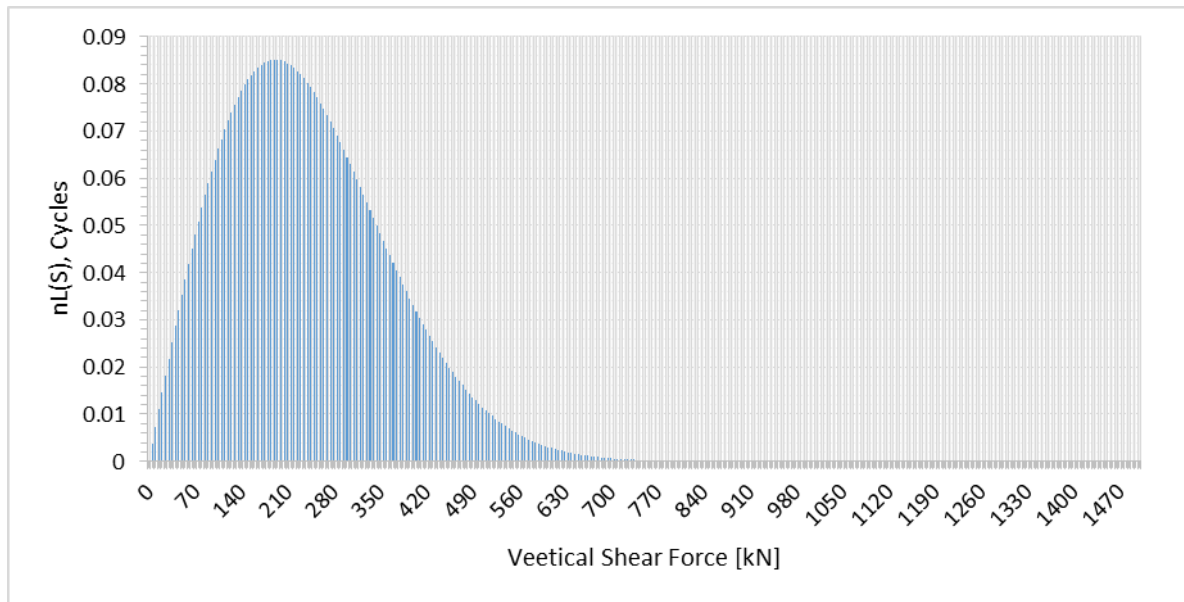
Dari perhitungan di Tabel 5.1 di atas selanjutnya dapat diperoleh angka statistik untuk memperkirakan jumlah kejadian dan besaran ekstrem dari gaya geser vertikal yang terjadi (Tabel 5.2), diantaranya adalah m_0 , m_2 , jumlah kejadian per detik (n), jumlah kejadian selama kurun waktu 25 tahun dan gaya geser vertikal maksimum (SFe).

Tabel 5.2 Angka Stokastik Gaya Geser Vertikal Kode F-9

1	m_0	=	36725.92150	
2	m_2	=	12463.52229	
3	S_{ext}	=	712.38	kN
4	$P_{(head\ sea)}$		0.3333	
5	n	=	0.09	per detik
6	$n_{25\ tahun}$	=	73,097,209	kali
7	$n_{(H_s, T)}$	=	2	kali
8	$n_{(h_s, T\ 25\ tahun)}$	=	5	kali

Dari angka-angka stokastik yang dihasilkan, perhitungan peluang terjadinya besaran gaya geser vertikal tertentu pada kondisi operasional F-9 dilakukan dengan mengacu pada formulasi fungsi kepadatan peluang distribusi rayleigh, seperti disajikan pada Tabel 5.3.

Distribusi gaya geser vertikal yang tersaji pada Tabel 5.3 tersebut apabila di-plot-kan dalam sebuah kurva hubungan antara gaya geser vertikal dan jumlah kejadian akan membentuk kurva distribusi rayleigh yang ditampilkan pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Distribusi Rayleigh untuk Gaya Geser Vertikal Kode F-9

Tabel 5.3 Distribusi Gaya Geser Vertikal Kondisi Operasi F-9

No	V. Shear Force (kN)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
1	0.00	0.00	0.00	-
2	5.00	0.00	0.00	0.00
3	10.00	0.00	0.00	0.01
4	15.00	0.00	0.00	0.01
5	20.00	0.00	0.00	0.01
6	25.00	0.00	0.00	0.02
7	30.00	0.00	0.00	0.02
8	35.00	0.00	0.00	0.03
9	40.00	0.00	0.01	0.03
10	45.00	0.00	0.01	0.03
11	50.00	0.00	0.01	0.04
12	55.00	0.00	0.01	0.04
13	60.00	0.00	0.01	0.04
14	65.00	0.00	0.01	0.04
15	70.00	0.00	0.01	0.05
16	75.00	0.00	0.01	0.05
17	80.00	0.00	0.01	0.05
18	85.00	0.00	0.01	0.06
19	90.00	0.00	0.01	0.06
20	95.00	0.00	0.01	0.06
21	100.00	0.00	0.01	0.06
22	105.00	0.00	0.01	0.07
23	110.00	0.00	0.01	0.07
24	115.00	0.00	0.01	0.07
25	120.00	0.00	0.01	0.07
26	125.00	0.00	0.01	0.07
27	130.00	0.00	0.01	0.08
28	135.00	0.00	0.01	0.08
29	140.00	0.00	0.01	0.08
30	145.00	0.00	0.01	0.08
31	150.00	0.00	0.02	0.08
32	155.00	0.00	0.02	0.08
33	160.00	0.00	0.02	0.08
34	165.00	0.00	0.02	0.08
35	170.00	0.00	0.02	0.08
36	175.00	0.00	0.02	0.08
37	180.00	0.00	0.02	0.08
38	185.00	0.00	0.02	0.09
39	190.00	0.00	0.02	0.09
40	195.00	0.00	0.02	0.09
41	200.00	0.00	0.02	0.08
42	205.00	0.00	0.02	0.08
43	210.00	0.00	0.02	0.08
44	215.00	0.00	0.02	0.08
45	220.00	0.00	0.02	0.08
46	225.00	0.00	0.02	0.08
47	230.00	0.00	0.02	0.08
48	235.00	0.00	0.02	0.08
49	240.00	0.00	0.01	0.08
50	245.00	0.00	0.01	0.08
51	250.00	0.00	0.01	0.08
52	255.00	0.00	0.01	0.08
53	260.00	0.00	0.01	0.08
54	265.00	0.00	0.01	0.07
55	270.00	0.00	0.01	0.07
56	275.00	0.00	0.01	0.07
57	280.00	0.00	0.01	0.07
58	285.00	0.00	0.01	0.07
59	290.00	0.00	0.01	0.07
60	295.00	0.00	0.01	0.07

No	V. Shear Force (kN)	P(S)	P(S) * interval	nL(S) (Cycles)
61	300.00	0.00	0.01	0.06
62	305.00	0.00	0.01	0.06
63	310.00	0.00	0.01	0.06
64	315.00	0.00	0.01	0.06
65	320.00	0.00	0.01	0.06
66	325.00	0.00	0.01	0.06
67	330.00	0.00	0.01	0.05
68	335.00	0.00	0.01	0.05
69	340.00	0.00	0.01	0.05
70	345.00	0.00	0.01	0.05
71	350.00	0.00	0.01	0.05
72	355.00	0.00	0.01	0.05
73	360.00	0.00	0.01	0.05
74	365.00	0.00	0.01	0.04
75	370.00	0.00	0.01	0.04
76	375.00	0.00	0.01	0.04
77	380.00	0.00	0.01	0.04
78	385.00	0.00	0.01	0.04
79	390.00	0.00	0.01	0.04
80	395.00	0.00	0.01	0.03
81	400.00	0.00	0.01	0.03
82	405.00	0.00	0.01	0.03
83	410.00	0.00	0.01	0.03
84	415.00	0.00	0.01	0.03
85	420.00	0.00	0.01	0.03
86	425.00	0.00	0.00	0.03
87	430.00	0.00	0.00	0.03
88	435.00	0.00	0.00	0.02
89	440.00	0.00	0.00	0.02
90	445.00	0.00	0.00	0.02
91	450.00	0.00	0.00	0.02
92	455.00	0.00	0.00	0.02
93	460.00	0.00	0.00	0.02
94	465.00	0.00	0.00	0.02
95	470.00	0.00	0.00	0.02
96	475.00	0.00	0.00	0.02
97	480.00	0.00	0.00	0.02
98	485.00	0.00	0.00	0.01
99	490.00	0.00	0.00	0.01
100	495.00	0.00	0.00	0.01
101	500.00	0.00	0.00	0.01
102	505.00	0.00	0.00	0.01
103	510.00	0.00	0.00	0.01
104	515.00	0.00	0.00	0.01
105	520.00	0.00	0.00	0.01
106	525.00	0.00	0.00	0.01
107	530.00	0.00	0.00	0.01
108	535.00	0.00	0.00	0.01
109	540.00	0.00	0.00	0.01
110	545.00	0.00	0.00	0.01
111	550.00	0.00	0.00	0.01
112	555.00	0.00	0.00	0.01
113	560.00	0.00	0.00	0.01
114	565.00	0.00	0.00	0.01
115	570.00	0.00	0.00	0.01
116	575.00	0.00	0.00	0.00
117	580.00	0.00	0.00	0.00
118	585.00	0.00	0.00	0.00
119	590.00	0.00	0.00	0.00
120	595.00	0.00	0.00	0.00

5.4 Karakteristik Beban Gelombang Kurun Waktu Panjang

Prosedur analisis spektra kurun waktu panjang pada dasarnya adalah mencari intensitas respons ekstrem berdasarkan pada peluang terjadinya sekali selama umur operasi. Pun demikian dengan penentuan mengenai karakteristik beban gelombang kurun waktu panjang yang dalam hal ini adalah berupa gaya geser vertikal dan momen lengkung vertikal akibat gerakan pitch.

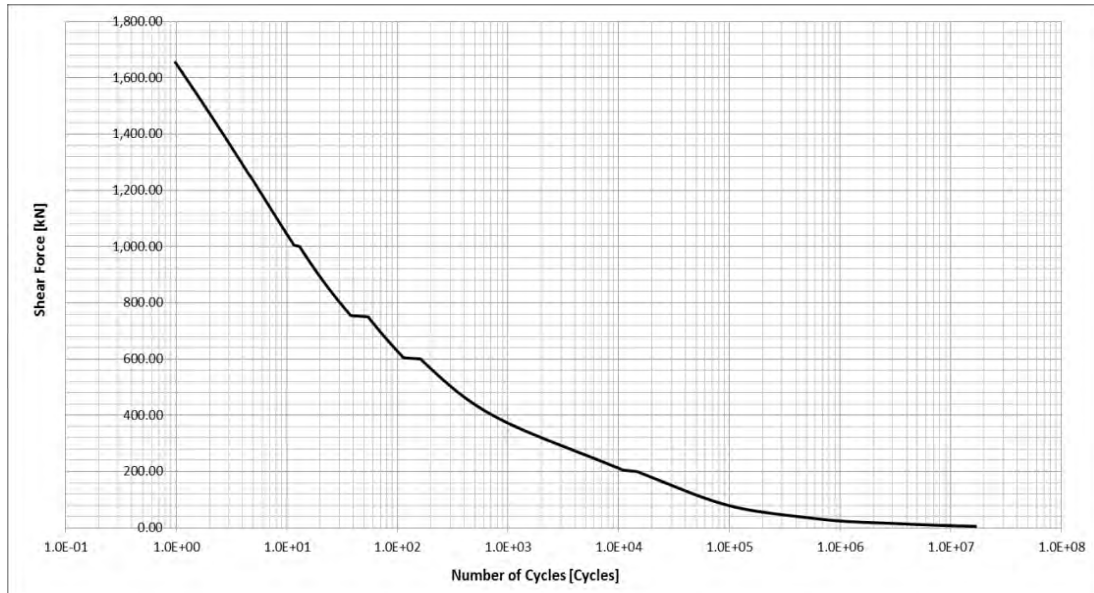
Tabel 5.4 Rekapitulasi Gaya Geser Kurun Waktu Panjang

No	V. Shear Force [kN] (2)	n L (cycles)			
		Σ Head Sea (3)	Σ Beam Sea (4)	Σ Following Sea (5)	Σ Total (6)
1	0.00	-	-	-	-
2	5.00	4,382,083.90	8,502,558.42	3,933,575.97	16,818,218.30
3	10.00	1,048,472.88	4,533,757.51	951,774.84	6,534,005.23
4	15.00	415,887.44	2,421,232.66	387,641.11	3,224,761.21
5	20.00	207,664.14	1,144,895.64	199,944.11	1,552,503.89
6	25.00	125,896.64	703,835.39	118,357.54	948,089.57
7	30.00	90,077.75	523,585.43	84,730.74	698,393.92
8	35.00	69,443.06	400,886.20	68,210.34	538,539.60
9	40.00	55,467.05	304,360.17	57,425.16	417,252.39
10	45.00	45,619.27	230,235.56	49,047.48	324,902.31
...
...
327	1630.00	0.36	0.00	0.73	1.09
328	1635.00	0.35	0.00	0.71	1.07
329	1640.00	0.34	0.00	0.70	1.04
330	1645.00	0.34	0.00	0.69	1.02
331	1650.00	0.33	0.00	0.67	1.003
332	1655.00	0.32	0.00	0.66	0.983
333	1660.00	0.31	0.00	0.65	0.96
334	1665.00	0.31	0.00	0.64	0.94
335	1670.00	0.30	0.00	0.62	0.93

Seperti terlihat pada Tabel 5.4, jumlah kejadian untuk masing-masing gaya geser vertikal yang diperoleh dari analisa kurun waktu pendek dilakukan rekapitulasi untuk masing-masing kondisi head sea, beam sea dan following sea. Selanjutnya jumlah kejadian sebagai hasil dari analisa kurun waktu pendek ini diakumulasikan dan menjadi dasar perhitungan dalam analisa kurun waktu panjang (kolom 6). Akumulasi ini merupakan jumlah total kejadian untuk gaya geser vertikal tertentu selama 25 tahun.

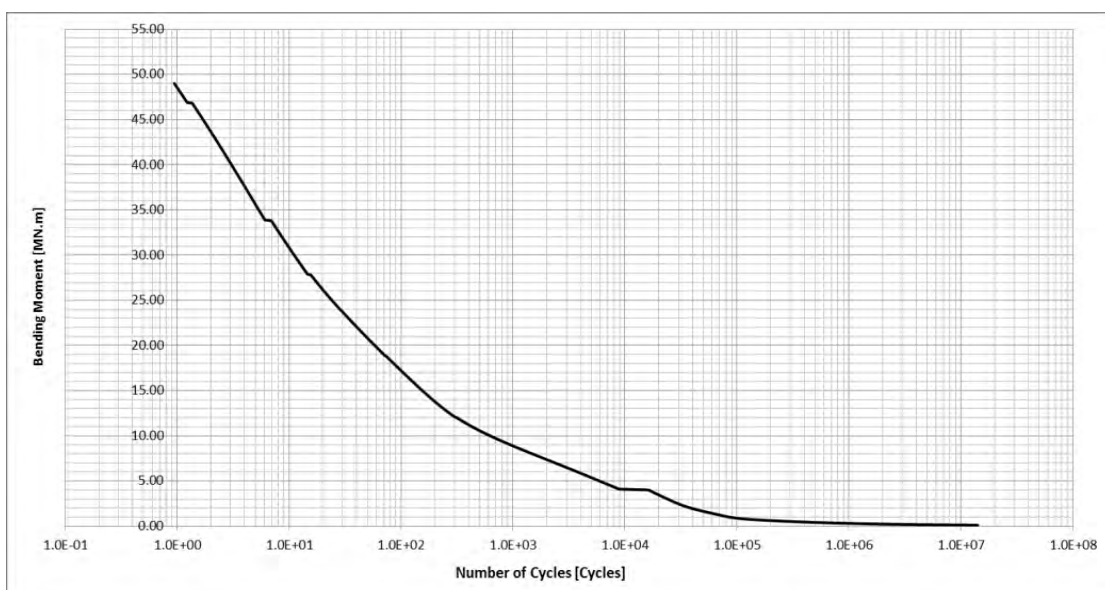
Rekapitulasi dari akumulasi jumlah kejadian ini disajikan dalam bentuk plotting seperti ditampilkan pada Gambar 5.9. Gaya geser vertikal ekstrem kurun waktu panjang dihitung untuk ketiga variasi arah datang gelombang. Dari tabulasi dan plotting dapat

diketahui karakteristik dan distribusi respon struktur berupa gaya geser vertikal kurun waktu panjang tersebut. Gaya geser ekstrem yang terjadi sekali selama 25 tahun adalah sebesar 1650.76 kN.



Gambar 5.9 Karakteristik Gaya Geser Vertikal Kurun Waktu Panjang

Dengan prosedur analisa yang sama seperti analisa kurun waktu panjang untuk distribusi gaya geser vertikal, analisa mengenai karakteristik Momen Lengkung kurun waktu panjang (Long-term Bending Moment Distribution) juga dilakukan untuk mengetahui momen lengkung ekstrem yang terjadi satu kali selama masa operasi FSO Arco Ardjuna sebesar 48.551 MN.m (Gambar 5.10).



Gambar 5.10 Karakteristik Momen Lengkung Kurun Waktu Panjang

BAB-6

ANALISA STRUKTUR

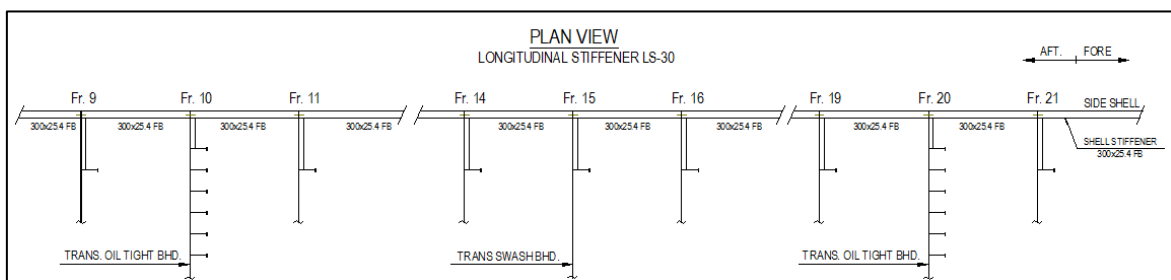
BAB 6

ANALISA STRUKTUR

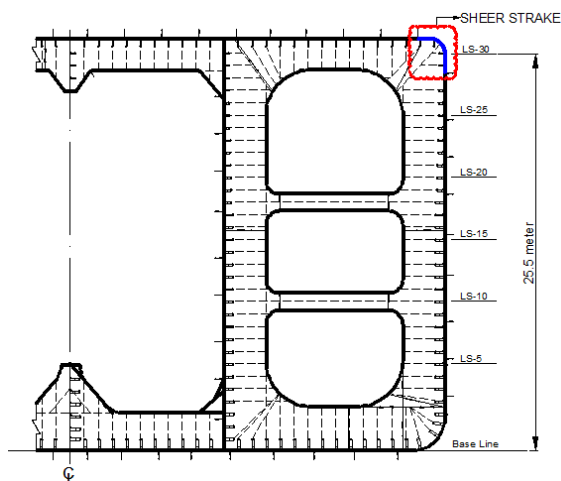
6.1 Lokasi Tinjauan Struktur

Variasi kondisi pembebanan seperti yang telah diuraikan di atas merupakan kondisi batas yang diaplikasikan dalam analisa struktur terhadap setiap lokasi detail struktur yang ditinjau. Mengenai detail struktur yang ditinjau, dalam BKI-FPI telah diuraikan secara rinci. Salah satu lokasi detail struktur yang tercantum dalam rule tersebut adalah sambungan antara Side Longitudinal dengan Web Transverse atau Transverse Bulkhead.

Pada penelitian ini, Side Longitudinal yang ditinjau adalah Side Longitudinal level 30 (LS-30). Sedangkan Transverse Section mewakili Ordinary Frame, Web Transverse Frame, Swash Bulkhead dan Oil Tight Bulkhead. Pertimbangan lain mengenai hal ini adalah analisa fatigue yang telah dilakukan BKI pada tahun 2012 dimana salah satu kesimpulannya adalah lokasi sambungan kritis ada pada lokasi ini. Lebih jelas mengenai lokasi detail struktur yang ditinjau diilustrasikan pada Gambar 6.1.



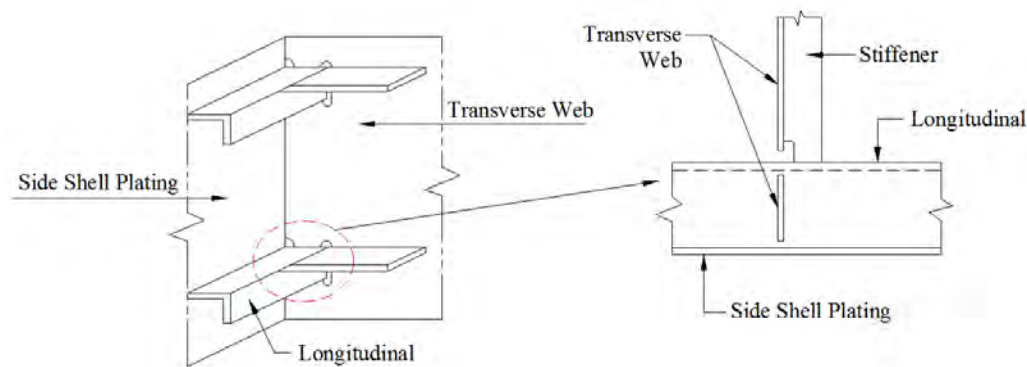
(a)



(b)

Gambar 6.1 Tinjauan Struktur Kritis

(a) Lokasi Frame Memanjang (b) Lokasi Melintang dan (c) Sketsa Detail Sambungan



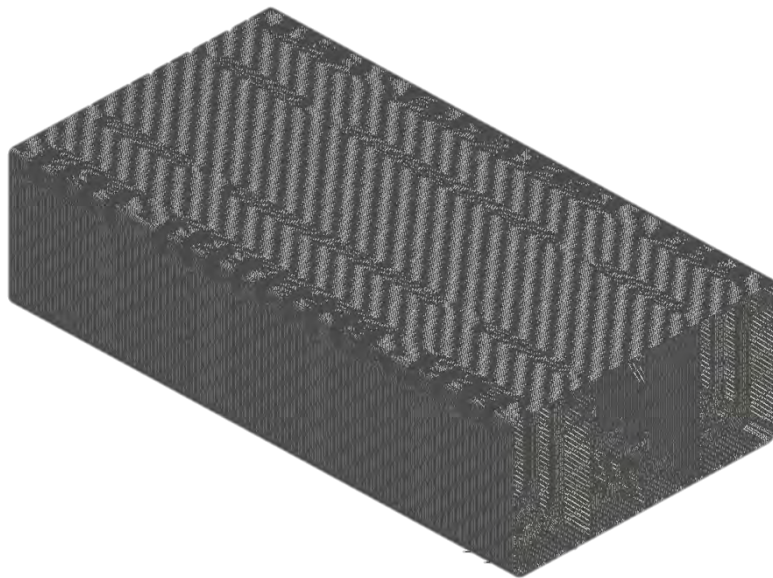
(c)

Gambar 6.1 Tinjauan Struktur Kritis

(a) Lokasi Frame Memanjang (b) Lokasi Melintang dan (c) Sketsa Detail Sambungan
(lanjutan)

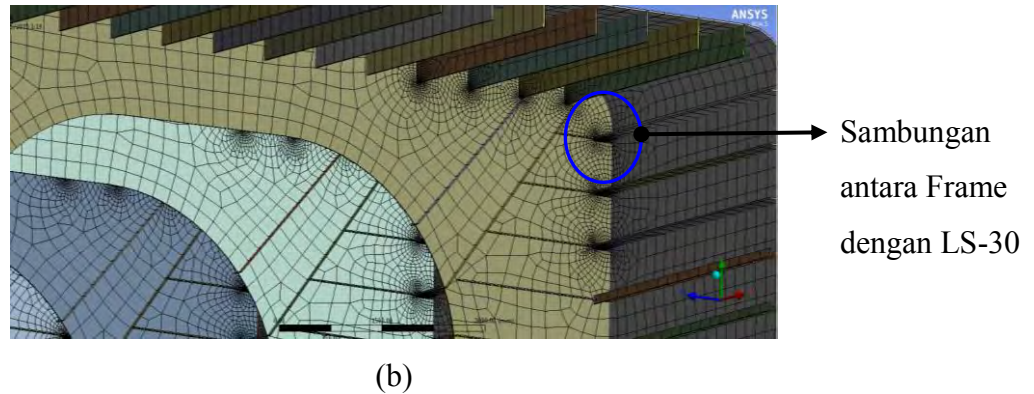
6.2 Meshing

Secara umum dapat dijelaskan bahwa proses meshing pada struktur global dilakukan dengan pengaturan masukan ukuran elemen minimum dan maksimum sesuai dengan jarak antar longitudinal stiffener (Gambar 6.2a). Pada bagian-bagian tertentu seperti pada lokasi scallop dan khususnya pada daerah sambungan kritis yang ditinjau (Gambar 6.2b) dilakukan *element size refinement* sampai pada ukuran elemen mesh yang berdasarkan persyaratan aturan klasifikasi untuk analisa struktur lokal.



(a)

Gambar 6.2 Hasil Meshing (a) Global dan (b) Local Sizing Refinement



Gambar 6.2 Hasil Meshing (a) Global dan (b) Local Sizing Refinement (lanjutan)

6.3 Kondisi Batas

Penentuan kondisi batas dalam analisa struktur FSO yang terapung bebas di perairan merupakan salah satu tahapan penting yang menentukan besarnya tegangan yang terjadi. Aplikasi kondisi batas seperti pada Tabel 6.1 merupakan ketentuan yang sudah diatur dalam rule BKI – *Floating Production Installations* (2013) dengan mengacu pada ketentuan sumbu koordinat global yang tercantum juga pada rule tersebut.

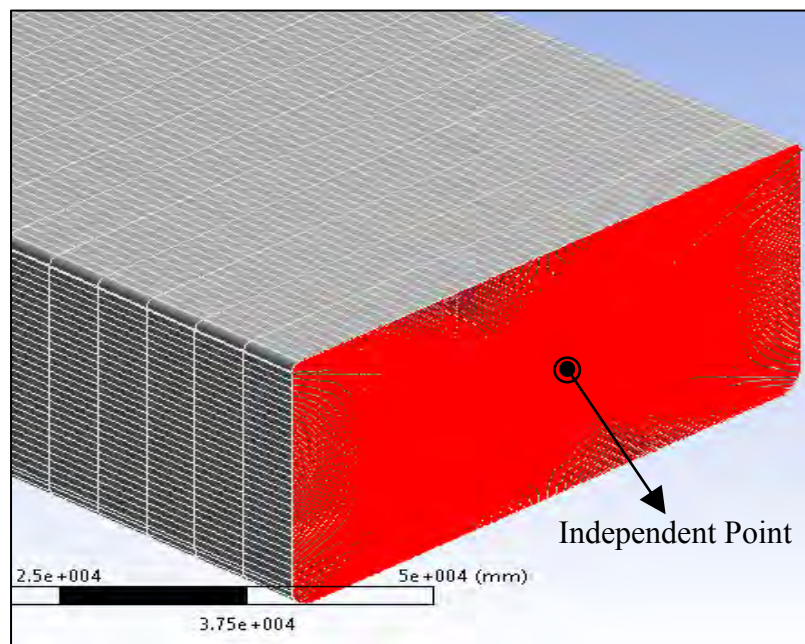
Tabel 6.1 Kondisi Batas Analisa Struktur

Location	Translation			Rotation		
	δ_x	δ_y	δ_z	θ_x	θ_y	θ_z
Aft. End						
Aft end (all longitudinal elements)	RL	-	-	-	-	RL
Independent Point aft. End	Fix	F_y	-	-	-	M_{V-end}
Side Shell and Longitudinal Bulkheads	-	-	Springs	-	-	-
Fore End						
Fore end (all longitudinal elements)	RL	-	-	-	-	RL
Independent Point aft. End	Fix	F_y	-	-	-	M_{V-end}
Side Shell and Longitudinal Bulkheads	-	-	Springs	-	-	-

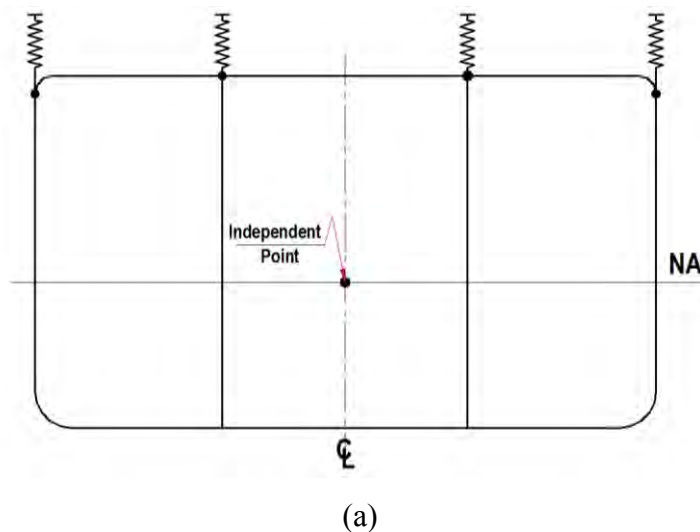
Kondisi batas ini masing-masing diaplikasikan pada setiap ujung dari geometri model, dalam hal ini adalah pada Frame 5 dan Frame 25. Tanda (-) mengindikasikan bahwa tidak ada batasan atau free untuk lokasi dan arah sumbu yang bersangkutan. Simbol “RL” berarti bahwa semua member struktur dalam arah memanjang (longitudinal) terhubung langsung (rigidly link) dengan independent point, yang merupakan titik pusat keseluruhan penampang melintang dari longitudinal member masing-masing ujung geometri model. Titik independen ini berada tepat pada perpotongan antara neutral axis

(sumbu netral) dan center line. Penentuan lokasi titik ini identik dengan penentuan titik berat komponen melintang pada Frame 5 dan Frame 25. Gambar 6.3 memperlihatkan aplikasi rigidly link pada Frame 25 dalam piranti lunak ANSYS Mechanical.

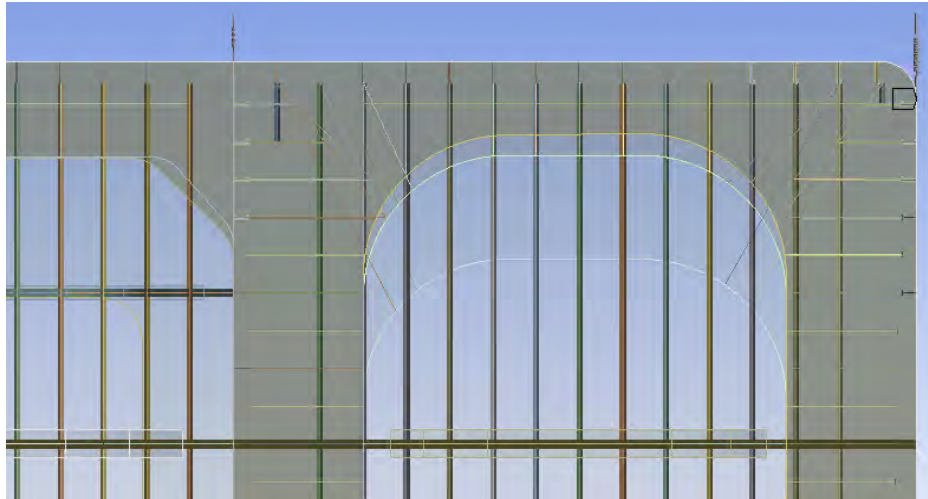
Pada Tabel 6.1 di atas juga tercantum apa yang disebut dengan “Springs”. Istilah ini merupakan ketentuan untuk aplikasi tumpuan pada masing-masing ujung geometri yang membatasi gerakan struktur dalam arah rotational sumbu z. Springs diaplikasikan pada titik-titik (grid) sepanjang komponen struktur vertikal, yaitu kulit lambung dan sekat memanjang seperti terlihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6.3 Lokasi Rigidly Independent Point



Gambar 6.4 Jenis Tumpuan (a) Sketsa dan (b) Aplikasi ANSYS



(b)

Gambar 6.4 Jenis Tumpuan (a) Sketsa dan (b) Aplikasi ANSYS (lanjutan)

Untuk aplikasi jenis tumpuan ini, diperlukan besaran koefisien kekakuan spring (spring stiffness) yang dihitung berdasarkan formula yang dapat dilihat pada BKI – FPI Annex 7 - J.2 “*Calculation of Spring Stiffness*”. Perhitungan dan hasil koefisien kekakuan (k) disajikan pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Koefisien Kekakuan Spring

Side Shell					Longitudinal Bulkhead				
As	=	2650	x	2.35	As	=	2650	x	1.27
	=	6227.5	cm ²			=	3365.5	cm ²	
ltk	=	4600	cm		ltk	=	4600	cm	
n	=	4			n	=	4		
l	=	100	cm		l	=	100	cm	
E	=	2E+11	Pa		E	=	2E+11	Pa	
A	=	26.0607337	cm ²		A	=	14.08388587	cm ²	
	=	0.002606073	m ²			=	0.001408389	m ²	
k	=	AE/L			k	=	AE/L		
		521,214,674	N/m				281,677,717	N/m	

Seperti yang terlihat pada Tabel 6.2 di atas, koefisien kekakuan dihitung untuk 2 (dua) *structural member*, yaitu pada *side shell* dan sekat memanjang. Hal ini dikarenakan jenis spring yang diaplikasikan adalah jenis *vertical spring*. Luasan penampang melintang dihitung dengan formula :

$$A = 0.77 \frac{A_s \cdot l}{l_{tk} \cdot n} \dots\dots\dots 6.1$$

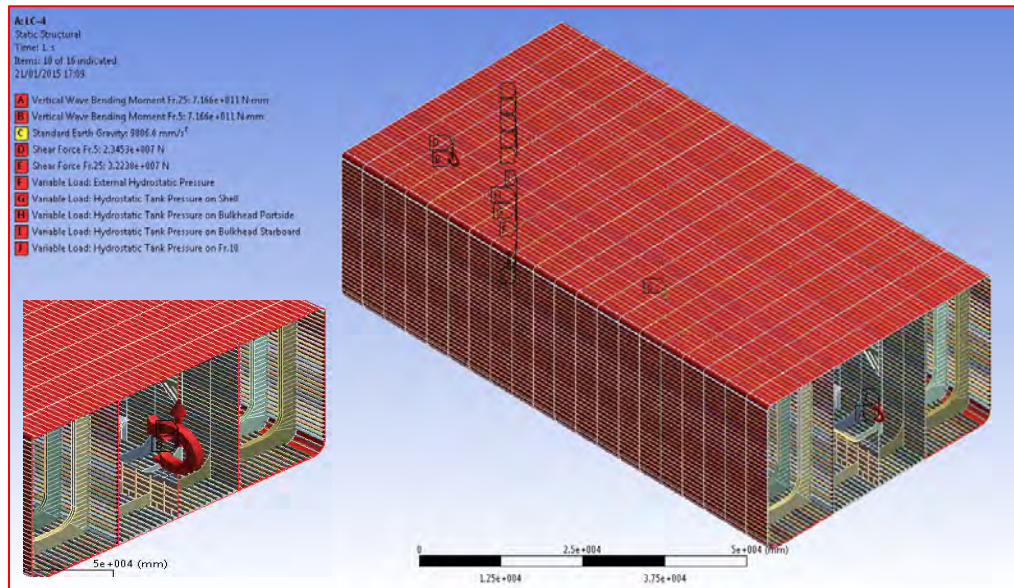
dimana:

- A = Luas penampang melintang [cm²]
A_s = Luasan bidang geser dari masing-masing member struktur yang ditinjau sesuai dengan ketebalan geometri [cm²]
l = Panjang member struktur yang ditinjau secara melintang [cm]
l_{tk} = Panjang tangki muat, antara sekat pada tangki daerah midship [cm]
n = Jumlah titik dimana elemen spring diaplikasikan (sesuai Gambar 6.4a)

6.4 Aplikasi Pembebanan

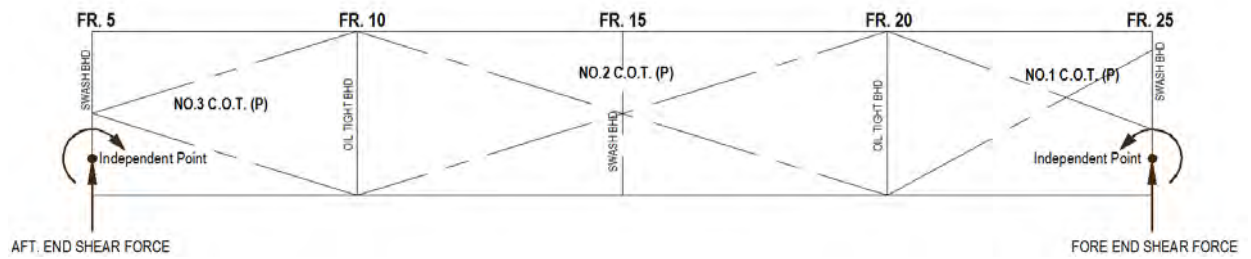
Untuk setiap analisa yang dilakukan, komponen-komponen beban yang diaplikasikan (Gambar 6.5) adalah sebagai berikut:

1. Beban berat struktur (self structural weight)
2. Tekanan hidrostatik air laut (sea water hydrostatic pressure)
3. Tekanan hidrostatik muatan (cargo oil hydrostatic pressure)
4. Gaya geser vertikal (vertical shear force)
5. Momen lengkung vertikal (vertical bending moment)



Gambar 6.5 Aplikasi Pembebanan Pada Model Global

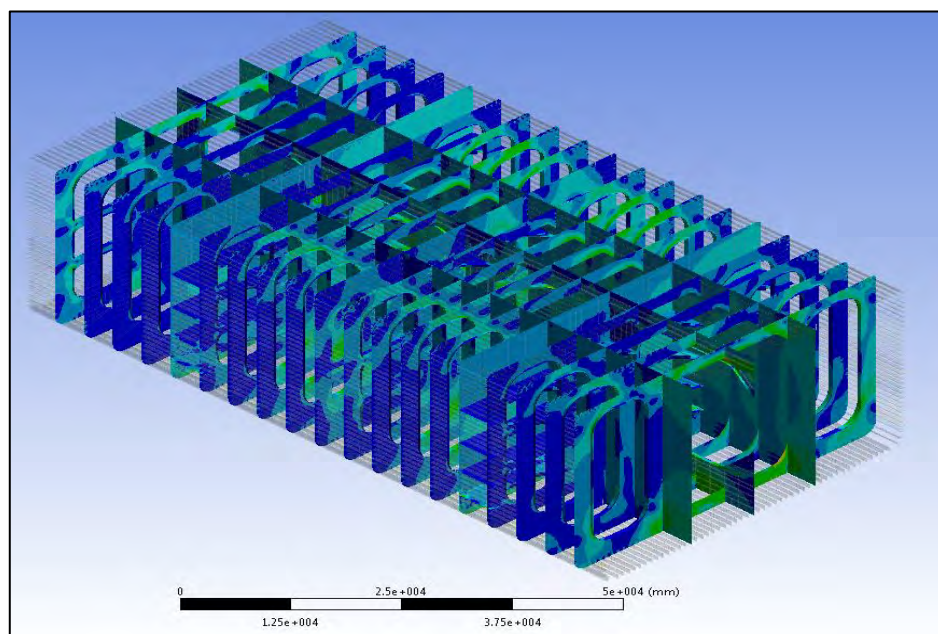
Mengingat analisa ini adalah frequency domain analysis, maka komponen beban nomor 4 dan nomor 5 memiliki besaran yang berbeda untuk setiap frekuensi dan variasi sudut datang gelombang. Sketsa yang ditampilkan pada Gambar 6.6 menunjukkan aplikasi gaya dan momen lengkung pada independent point di setiap ujung Frame 5 dan Frame 25.



Gambar 6.6 Sketsa Aplikasi Gaya Geser dan Momen Lengkung

6.5 Perhitungan Tegangan (Stress)

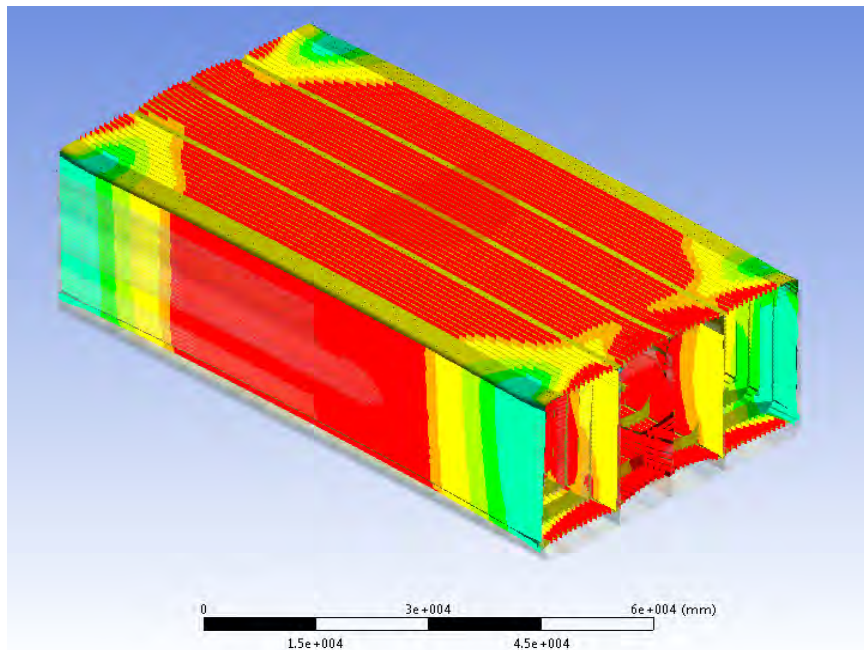
Tegangan yang terjadi akibat aplikasi komponen beban seperti dijelaskan di atas diperoleh dengan melakukan running pada piranti lunak ANSYS Mechanical. Tahapan ini hanya bisa dilakukan apabila proses meshing telah selesai dilakukan tanpa kendala dan tentunya dengan mengaplikasikan tumpuan springs pada potongan vertikal side shell dan sekat memanjang. Yang perlu digarisbawahi disini adalah output tegangan yang digunakan dalam analisa kelelahan adalah berupa *maximum principal stress*. Distribusi tegangan untuk struktur global FSO ditampilkan pada Gambar 6.7 sebagai contoh output hasil analisa pada satu variasi kondisi pembebanan.



Gambar 6.7 Distribusi Tegangan Struktur Global

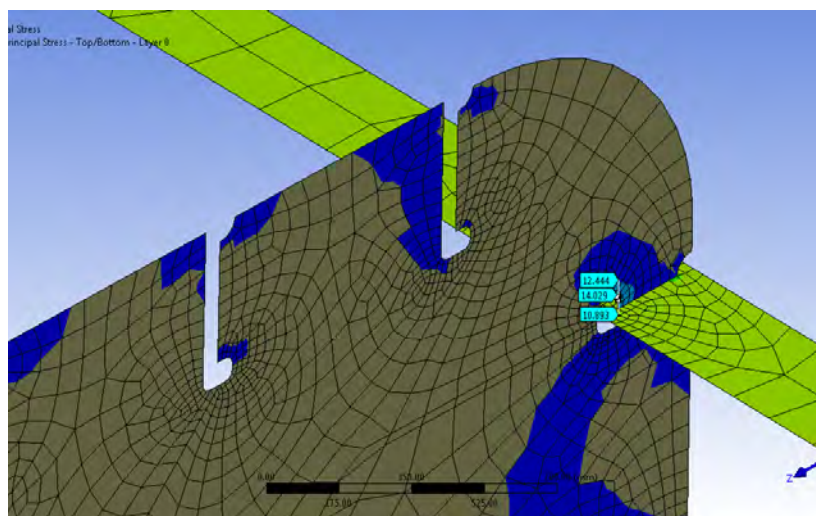
Selain output berupa tegangan, baik tegangan ekuivalen ataupun tegangan utama, output analisa struktur juga dapat berupa lendutan atau deformasi seperti ditampilkan pada Gambar 6.8 yang diambil pada frekuensi 0.55 rad/s. Namun pengukuran hanya difokuskan pada output berupa tegangan (stress) dan dikhususkan pada sambungan sesuai dengan

lokasi detail struktur, yaitu sambungan-sambungan seperti yang telah diinformasikan pada Tabel 3.1.



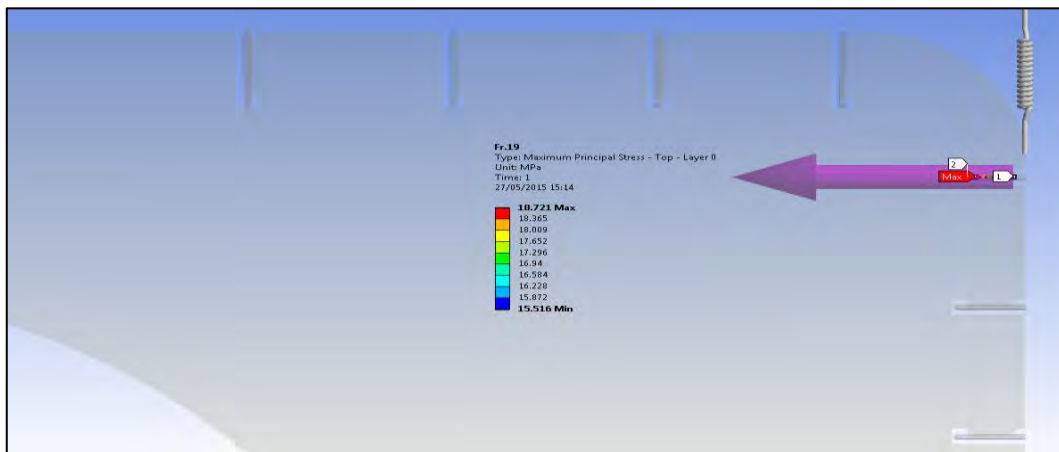
Gambar 6.8 Output Deformasi Global

Tegangan yang terjadi bisa diketahui dengan pengukuran manual pada piranti lunak ANSYS dengan fitur “*probe*”. Caranya adalah dengan mengarahkan kursor pada titik yang ditinjau dan secara otomatis akan muncul informasi tegangan utama. Cara ini dirasa kurang dalam tingkat akurasi karena sangat tergantung dari operasi manual dimana aspek kesalahan operator sangat berpengaruh. Seperti ditampilkan pada Gambar 6.9, diambil 3 (tiga) titik pengukuran tegangan, masing-masing dihasilkan nilai tegangan utama (*principal stress*) yang bervariasi antara 10 MPa sampai 14 MPa.



Gambar 6.9 Pengukuran Tegangan dengan Fitur “Probe”

Oleh karena itu penulis mengaplikasikan teknik pengukuran tegangan yang lain. Teknik yang digunakan dalam tahapan ini adalah dengan penggunaan fitur “*line path*” pada ANSYS Mechanical. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.10 menampilkan output berupa tegangan utama (*principal stress*) pada Frame 19. Pada Gambar terlihat bahwa tegangan utama yang terjadi adalah sebesar 18.7 Mpa. Apabila dibandingkan dengan cara pengukuran tegangan dengan “*probe*”, cara ini memiliki tingkat akurasi yang lebih baik.



Gambar 6.10 Pengukuran Tegangan dengan Fitur “Path”

BAB 7

ANALISA SPEKTRAL RESPON TEGANGAN

7.1 Analisa Spektrum Energi Gelombang

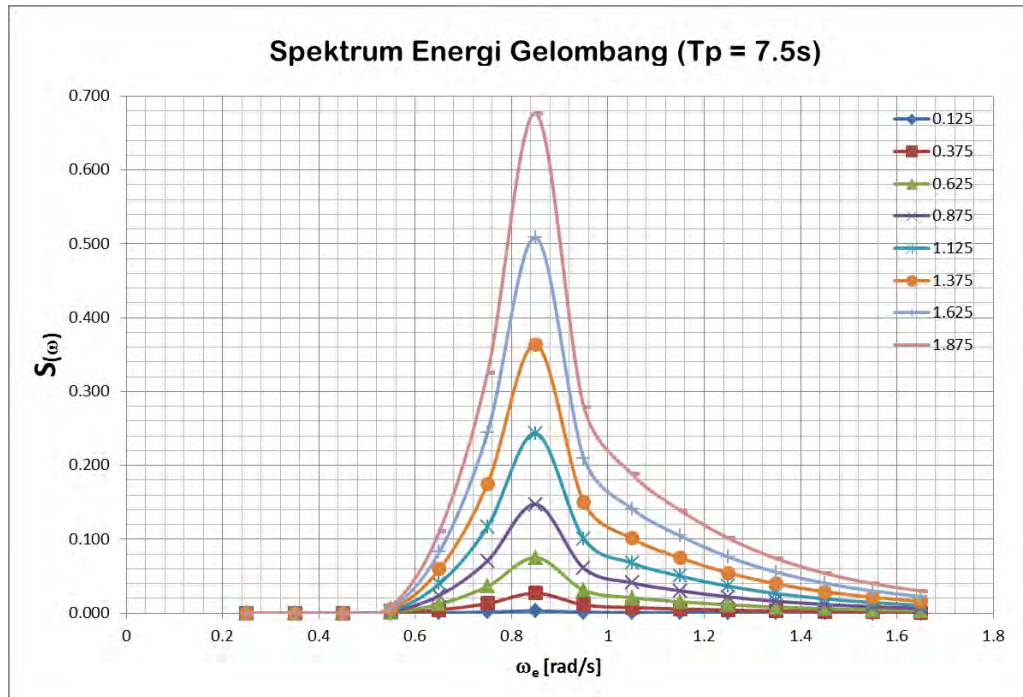
Langkah pertama yang dilakukan adalah mendapatkan spektra gelombang berdasarkan data *wave scatter diagram* Perairan Laut Jawa Barat, dengan mengaplikasikan formulasi spektra JONSWAP dengan $\gamma = 2.5$. Analisis spektra gelombang dilakukan pada seluruh kombinasi H_s dan T_p . Sesuai dengan data sebaran gelombang dimana jumlah total adalah 14 (empat belas) variasi periode gelombang (T_p) dan 8 (delapan) variasi tinggi gelombang signifikan (H_s). Periode gelombang bervariasi mulai dari 1.5 detik sampai dengan 14.5 detik sedangkan tinggi gelombang signifikan bervariasi mulai dari 0.125 meter sampai dengan 1.875 meter. Untuk variasi tinggi gelombang, digunakan kode penamaan sesuai dengan urutan huruf abjad (huruf “A” untuk tinggi gelombang 0.125 meter s/d huruf “H” untuk tinggi gelombang 1.875 meter), sedangkan periode gelombang diidentifikasi dengan kode penamaan sesuai urutan angka (angka “1” berarti periode gelombang 1.5 detik sampai dengan angka “14” untuk periode gelombang 14.5 detik).

Berikut di bawah ini disajikan Tabel 7.1 yang merupakan perhitungan spektra gelombang pada $H_s = 1.375$ m dan periode puncak $T_p = 7.5$ detik (Mode operasi F-7) sebagai satu contoh perhitungan yang dapat menggambarkan keseluruhan proses analisis spektra gelombang.

Tabel 7.1 Energi Gelombang untuk Mode Operasional F-7

ω (rad/s)	$S(\omega)$ (m ² /rad/s)	SM	$S(\omega)*SM$	$\omega*S(\omega)*SM$	$\omega^2*S(\omega)*SM$	$\omega^4*S(\omega)*SM$
0.25	0.00000	1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.35	0.00000	4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.45	0.00000	2	0.00001	0.00000	0.00000	0.00000
0.55	0.00516	4	0.02063	0.01135	0.00624	0.00189
0.65	0.05935	2	0.11869	0.07715	0.05015	0.02119
0.75	0.17496	4	0.69985	0.52489	0.39367	0.22144
0.85	0.36389	2	0.72777	0.61861	0.52582	0.37990
0.95	0.15032	4	0.60127	0.57120	0.54264	0.48974
1.05	0.10129	2	0.20259	0.21272	0.22335	0.24625
1.15	0.07490	4	0.29959	0.34452	0.39620	0.52398
1.25	0.05453	2	0.10907	0.13634	0.17042	0.26628
1.35	0.03968	4	0.15870	0.21425	0.28923	0.52712
1.45	0.02906	2	0.05812	0.08428	0.12220	0.25694
1.55	0.02151	4	0.08604	0.13336	0.20671	0.49662
1.65	0.01611	1	0.01611	0.02658	0.04386	0.11941
$\Sigma =$			3.09844	2.95525	2.97050	3.55075
			$\Sigma 0$	$\Sigma 1$	$\Sigma 2$	$\Sigma 4$

Sesuai dengan data yang tercantum pada wave scatter diagram, gelombang dengan periode puncak 7.5 detik terjadi pada semua variasi tinggi gelombang signifikan. Oleh karena itu perhitungan spektrum gelombang dilakukan pada masing-masing variasi tinggi gelombang tersebut (Gambar 7.1).

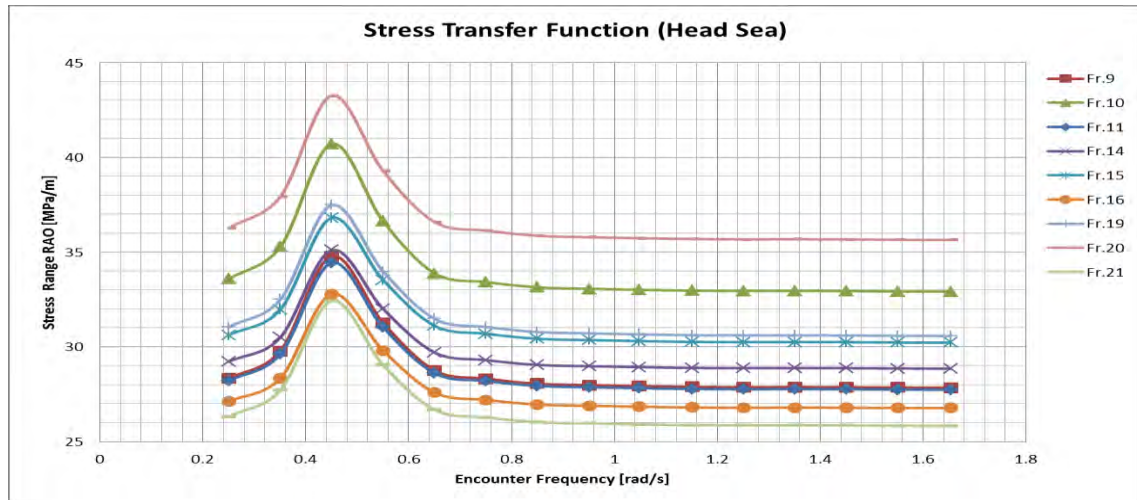


Gambar 7.1 Spektrum Energi Gelombang $T_p = 7.5$ detik Dengan Variasi Tinggi Gelombang

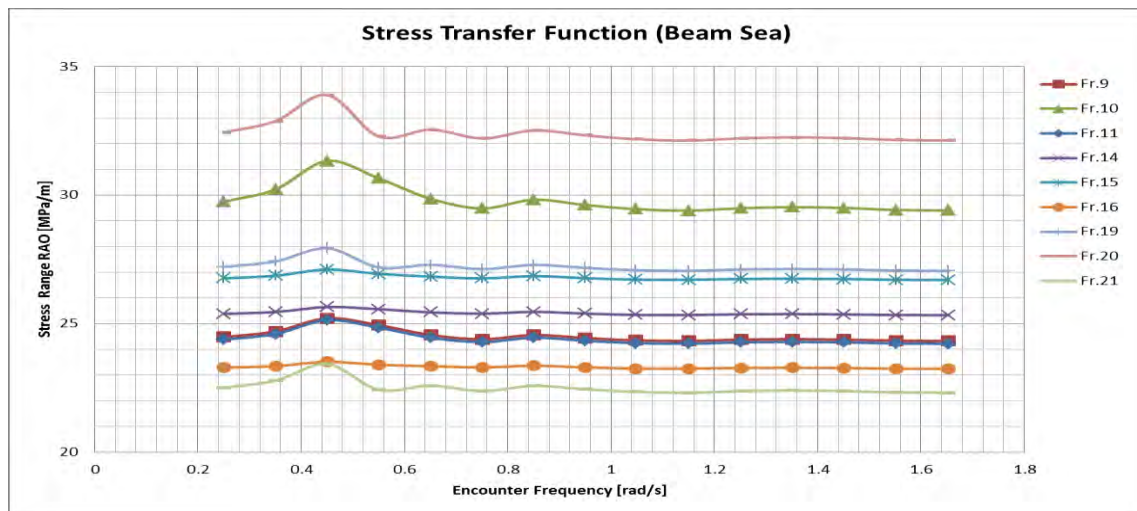
7.2 Analisa Fungsi Transfer Tegangan (Stress RAO)

Sebagaimana diketahui dan diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa RAO merupakan fungsi transfer untuk mengetahui besaran respon struktur dari pendekatan gelombang reguler ke pendekatan gelombang acak sebagai representasi kondisi perairan yang riil. Dalam analisa ini, RAO yang digunakan adalah respon struktur berupa tegangan (stress). Besaran tegangan dihitung pada setiap variasi frekuensi encounter gelombang dengan menjadikan vertical shear force dan longitudinal bending moment sebagai input beban struktur akibat gelombang.

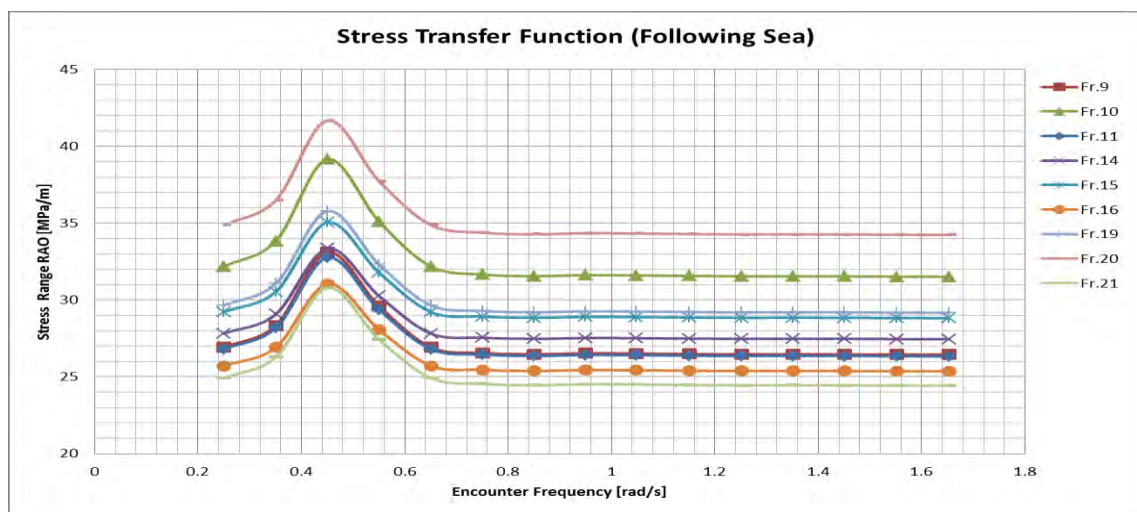
Perhitungan RAO tegangan dilakukan dengan metode elemen hingga pada 9 (sembilan) lokasi frame sebagai konstruksi melintang FSO seperti sudah diinformasikan pada Tabel 4, diantaranya Fr. 9 – Fr.11, Fr.14 – Fr.16 dan Fr.19 – Fr.21. Output dari analisa tegangan pada setiap lokasi disajikan pada Gambar 7.2 yang menunjukkan distribusi RAO tegangan pada 3 (tiga) variasi arah datang gelombang.



(a)



(b)



(c)

Gambar 7.2 RAO Tegangan Variasi Arah Datang Gelombang (a) Head Sea; (b) Beam Sea dan (c) Following Sea

Dari Gambar 7.2 di atas dapat diperoleh informasi bahwa pada setiap variasi arah datang gelombang, RAO tegangan yang terbesar terjadi di lokasi Fr. 20. Berturut-turut kemudian diikuti dengan lokasi pada Fr. 10 dan selanjutnya Fr. 15. Atas dasar pertimbangan itu maka penulis memfokuskan obyek analisa kelelahan pada lokasi Fr. 20. Tabel 7.2 menyajikan output numerik untuk tegangan yang terjadi pada sambungan kritis Frame 20 pada kondisi full load dengan variasi sudut datang gelombang. Ini sudah bukan merupakan amplitudo tegangan, tetapi sudah merupakan rentang tegangan. Atau dengan kata lain adalah merupakan tegangan dalam satu siklus. Asumsi yang digunakan dalam penentuan siklus rentang tegangan ini adalah persamaan $\Delta\sigma = 2\sigma_a$, bahwa satu siklus rentang tegangan merupakan dua kali amplitudo tegangan

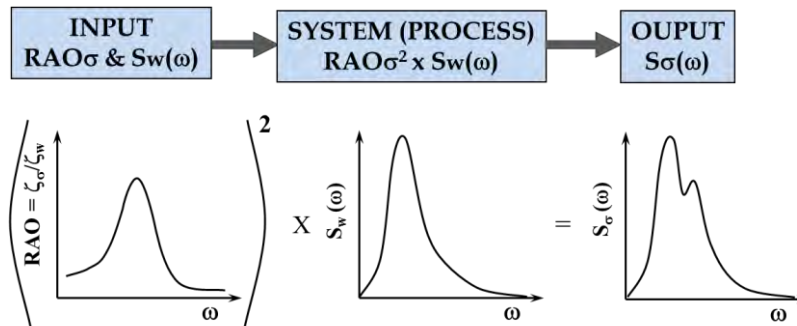
Tabel 7.2 RAO Rentang Tegangan Pada Frame 20 Variasi Heading Angle

No.	Encounter		Principal Stress Range [Mpa]		
	Frequency	Period	Head Sea	Beam Sea	Folowing Sea
1	0.2501	25.12	36.27865135	32.44870276	34.87791363
2	0.3502	17.94	37.92364469	32.88517028	36.48602311
3	0.4501	13.96	43.26424757	33.90412178	41.68515912
4	0.5502	11.42	39.29023944	32.28612966	37.73881896
5	0.6504	9.66	36.59052804	32.55447352	34.87791363
6	0.7507	8.37	36.13940475	32.21159299	34.3830192
7	0.8502	7.39	35.86713895	32.52357188	34.28111306
8	0.9506	6.61	35.79073534	32.33063182	34.34560033
9	1.0472	6	35.73850554	32.18419533	34.32861484
10	1.1508	5.46	35.69471401	32.12903459	34.29696313
11	1.2516	5.02	35.67766541	32.21732798	34.27127576
12	1.3512	4.65	35.68153847	32.25253568	34.2739596
13	1.4511	4.33	35.67299713	32.22644208	34.26805532
14	1.5514	4.05	35.65369645	32.15263833	34.25117122
15	1.6535	3.8	35.64433074	32.13670334	34.24260047

Satu hal yang perlu digarisbawahi di sini adalah bahwa tegangan yang ditampilkan pada Tabel 7.2 adalah merupakan tegangan hot-spot. Jenis tegangan ini dapat ditentukan dalam berbagai macam metode. DNV (2010) memberikan pendekatan dengan lebih konservatif dengan faktor pengali 1.12. Metode lain yg lebih akurat adalah dengan ekstrapolasi linier. Namun demikian, dalam analisa struktur dengan penggunaan metode elemen hingga, besaran tegangan hotspot ini dapat diketahui secara langsung dengan penyesuaian ukuran meshing $t \times t$, dimana t adalah ketebalan member struktur kritis yang ditinjau.

7.3 Analisa Spektra Tegangan Kurun Waktu Pendek

Prosedur analisa spektra respon tegangan dilakukan pada setiap kondisi sesuai dengan mode atau skenario operasional yang telah didefinisikan sebelumnya. Prosedur ini disebut dengan analisa kurun waktu pendek (*short-term analysis*). Seperti yang sudah diuraikan sebelumnya bahwa respons struktur dalam analisa ini adalah berupa tegangan (stress). Maka RAO yang digunakan adalah RAO tegangan. Jadi spektra respon tegangan merupakan fungsi perkalian antara kuadrat dari RAO tegangan dengan spektra gelombang (Gambar 7.3).



Gambar 7.3 Proses Perhitungan Spektral Respon

Tabel 7.3 sampai Tabel 7.5 menunjukkan perhitungan mengenai spektra respon tegangan yang terjadi pada lokasi sambungan kritis pada Frame 20 mode operasi F-7 (tinggi gelombang signifikan 1.375 meter dan periode 7.5 detik). Secara berturut-turut merupakan perhitungan untuk variasi arah pembebanan gelombang head sea, beam sea dan following sea.

Tabel 7.3 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Head Sea

ω (rad/s)	$S(\omega)$	SM	RAO (MPa/m)	RAO ² (MPa ² /m ²)	$S_r(\omega)$ (MPa ² /(rad/s))	$S_r(\omega)*SM$ (MPa ²)	$\omega^2*S_r(\omega)*SM$ (MPa ² (rad/s))
0.25	0.00000	1	36.279	1316.14	0.00000	0.00000	0.00000
0.35	0.00000	4	37.924	1438.20	0.00000	0.00000	0.00000
0.45	0.00000	2	43.264	1871.80	0.00655	0.01311	0.00265
0.55	0.00510	4	39.290	1543.72	7.86893	31.47573	9.52141
0.65	0.05905	2	36.591	1338.87	79.05610	158.11221	66.80241
0.75	0.17412	4	36.139	1306.06	227.41175	909.64701	511.67644
0.85	0.36426	2	35.867	1286.45	468.60900	937.21801	677.14001
0.95	0.15074	4	35.791	1280.98	193.09049	772.36196	697.05667
1.05	0.10140	2	35.739	1277.24	129.51295	259.02589	285.57604
1.15	0.07500	4	35.695	1274.11	95.55233	382.20932	505.47183
1.25	0.05462	2	35.678	1272.90	69.52255	139.04510	217.25797
1.35	0.03974	4	35.682	1273.17	50.59680	202.38722	368.85071
1.45	0.02911	2	35.673	1272.56	37.04752	74.09504	155.78483
1.55	0.02155	4	35.654	1271.19	27.39268	109.57074	263.24370
1.65	0.01614	1	35.644	1270.52	20.50670	20.50670	55.82949
Σ						3995.66805	3814.21417
						$\Sigma 0$	$\Sigma 2$

Tabel 7.4 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Beam Sea

ω (rad/s)	$S(\omega)$	SM	RAO (MPa/m)	RAO ² (MPa ² /m ²)	$S_r(\omega)$ (MPa ² /(rad/s))	$S_r(\omega)*SM$ (MPa ²)	$\omega^2*S_r(\omega)*SM$ (MPa ² (rad/s))
0.25	0.00000	1	32.449	1052.92	0.00000	0.00000	0.00000
0.35	0.00000	4	32.885	1081.43	0.00000	0.00000	0.00000
0.45	0.00000	2	33.904	1149.49	0.00403	0.00805	0.00163
0.55	0.00510	4	32.286	1042.39	5.31347	21.25389	6.42930
0.65	0.05905	2	32.554	1059.79	62.57767	125.15534	52.87813
0.75	0.17412	4	32.212	1037.59	180.66554	722.66216	406.49746
0.85	0.36426	2	32.524	1057.78	385.31297	770.62594	556.77724
0.95	0.15074	4	32.331	1045.27	157.56075	630.24298	568.79429
1.05	0.10140	2	32.184	1035.82	105.03299	210.06597	231.59774
1.15	0.07500	4	32.129	1032.27	77.41566	309.66264	409.52884
1.25	0.05462	2	32.217	1037.96	56.69071	113.38142	177.15846
1.35	0.03974	4	32.253	1040.23	41.33935	165.35741	301.36389
1.45	0.02911	2	32.226	1038.54	30.23463	60.46926	127.13662
1.55	0.02155	4	32.153	1033.79	22.27710	89.10841	214.08296
1.65	0.01614	1	32.14	1032.77	16.66931	16.66931	45.38218
Σ						3234.66279	3097.62876
						$\Sigma 0$	$\Sigma 2$

Tabel 7.5 Spektral Respon Tegangan Pada Mode Operasi F-7 Following Sea

ω (rad/s)	$S(\omega)$	SM	RAO (MPa/m)	RAO ² (MPa ² /m ²)	$S_r(\omega)$ (MPa ² /(rad/s))	$S_r(\omega)*SM$ (MPa ²)	$\omega^2*S_r(\omega)*SM$ (MPa ² (rad/s))
0.25	0.0000	1	34.878	1216.47	0.00000	0.00000	0.00000
0.35	0.0000	4	36.486	1331.23	0.00000	0.00000	0.00000
0.45	0.0000	2	41.685	1737.65	0.00608	0.01217	0.00246
0.55	0.0051	4	37.739	1424.22	7.25977	29.03910	8.78433
0.65	0.0590	2	34.878	1216.47	71.82887	143.65774	60.69540
0.75	0.1741	4	34.383	1182.19	205.84434	823.37737	463.14977
0.85	0.3643	2	34.281	1175.19	428.08202	856.16404	618.57852
0.95	0.1507	4	34.346	1179.62	177.81233	711.24931	641.90250
1.05	0.1014	2	34.329	1178.45	119.49589	238.99178	263.48843
1.15	0.0750	4	34.297	1176.28	88.21548	352.86192	466.65989
1.25	0.0546	2	34.271	1174.52	64.14952	128.29903	200.46724
1.35	0.0397	4	34.274	1174.70	46.68362	186.73447	340.32358
1.45	0.0291	2	34.268	1174.30	34.18683	68.37367	143.75563
1.55	0.0215	4	34.251	1173.14	25.27996	101.11983	242.94039
1.65	0.0161	1	34.243	1172.56	18.92554	18.92554	51.52479
Σ						3658.80597	3502.27293
						$\Sigma 0$	$\Sigma 2$

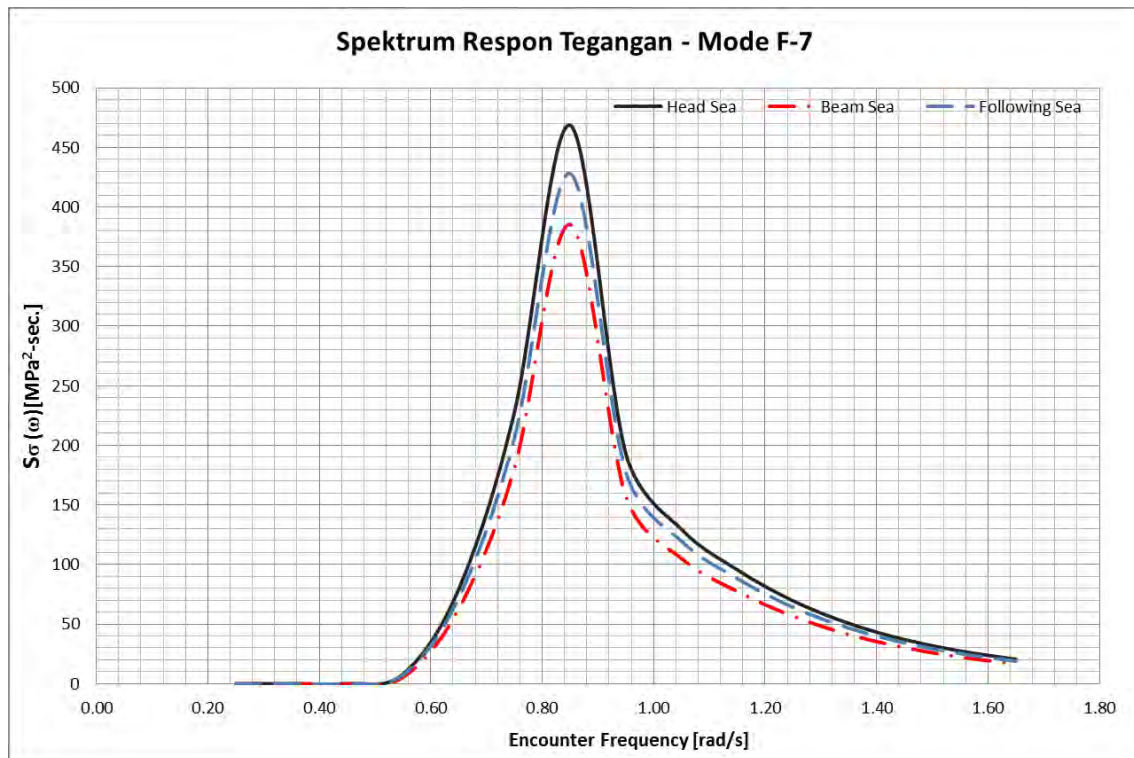
Dari ke-3 perhitungan tersebut di atas, plotting kurva spektrum respon tegangan ditampilkan pada Gambar 7.4 serta dapat dihitung harga-harga stokastik-nya seperti yang tercantum pada Tabel 7.6. Notasi-notasi pada tabel tersebut didefinisikan sebagai berikut:

- m_0 : Luasan di bawah kurva spektra
 m_2 : Momen ke-2 dari luasan di bawah kurva spektra
 S_{ext} : Amplitudo tegangan ekstrim

- P_{θ} : Peluang kejadian berdasarkan arah datang gelombang
 n : Jumlah Kejadian per detik; Distribusi Rayleigh
 $n_{25 \text{ tahun}}$: Jumlah kejadian selama 25 tahun
 $n_{(H_s, T)}$: Jumlah kejadian pada H_s dan T tertentu; diambil dari data gelombang
 $n_{(H_s, T \text{ 25 tahun})}$: Jumlah total kejadian pada H_s dan T tertentu selama 25 tahun

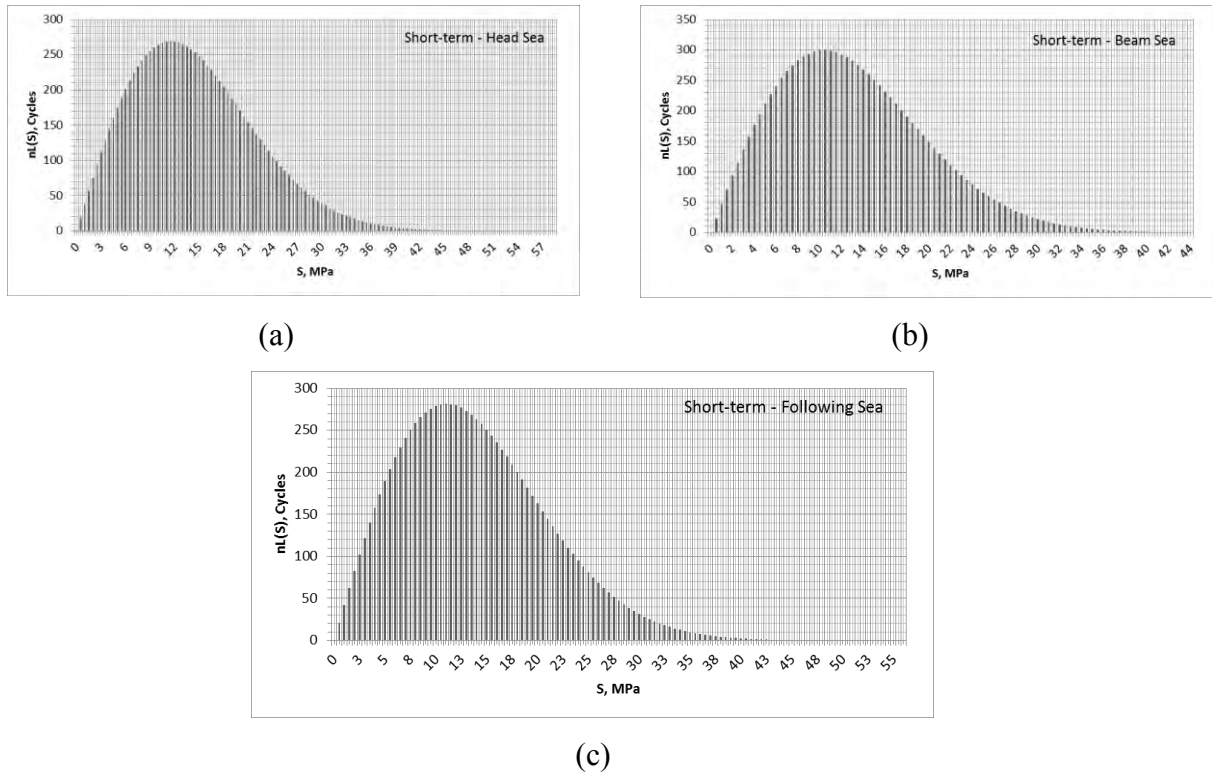
Tabel 7.6 Angka Stokastik Analisa Rentang Tegangan Kurun Waktu Pendek – Mode F-7

Notasi	Heading Angle		
	Head Sea	Beam Sea	Following Sea
m_0	133.18893	107.82209	121.96020
m_2	127.14047	103.25429	116.74243
S_{ext}	44.48	40.02	42.56
P_{θ}	0.333333	0.333333	0.333333
n	0.16	0.16	0.16
$n_{25 \text{ tahun}}$	122,595,516	122,791,110	122,764,289
$n_{(H_s, T)}$	9	9	9
$n_{(H_s, T \text{ 25 tahun})}$	10,233	10,250	10,247



Gambar 7.4 Kurva Spektrum Respon Tegangan Mode F-7

Distribusi tegangan yang terjadi apabila di-plot-kan dalam sebuah kurva hubungan antara tegangan dan jumlah kejadian akan membentuk kurva distribusi rayleigh yang ditampilkan pada Gambar 7.5.

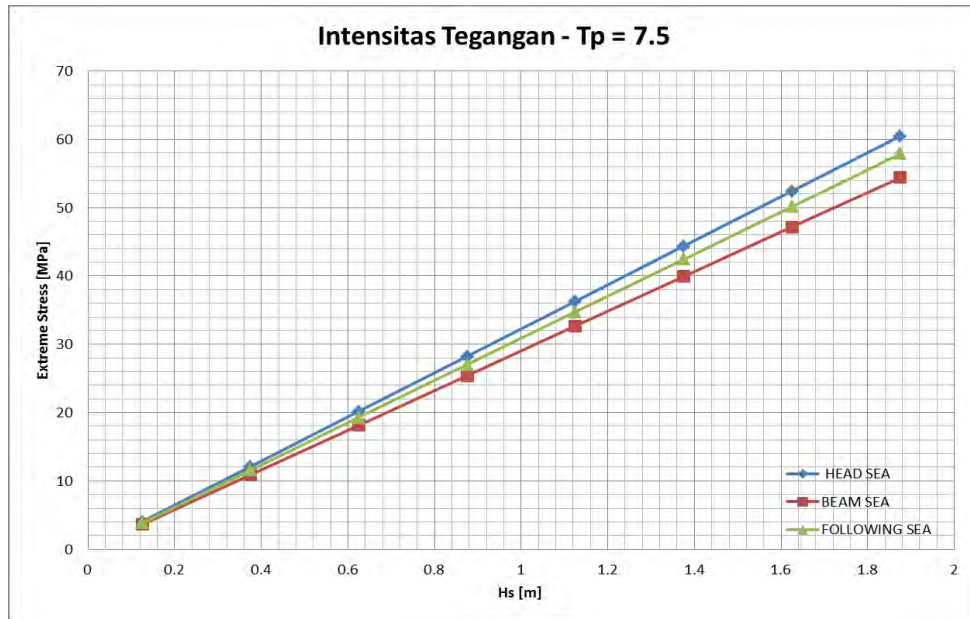


Gambar 7.5 Distribusi Rayleigh untuk Tegangan Mode Operasi F-7

(a) Head Sea; (b) Beam Sea dan (c) Following Sea

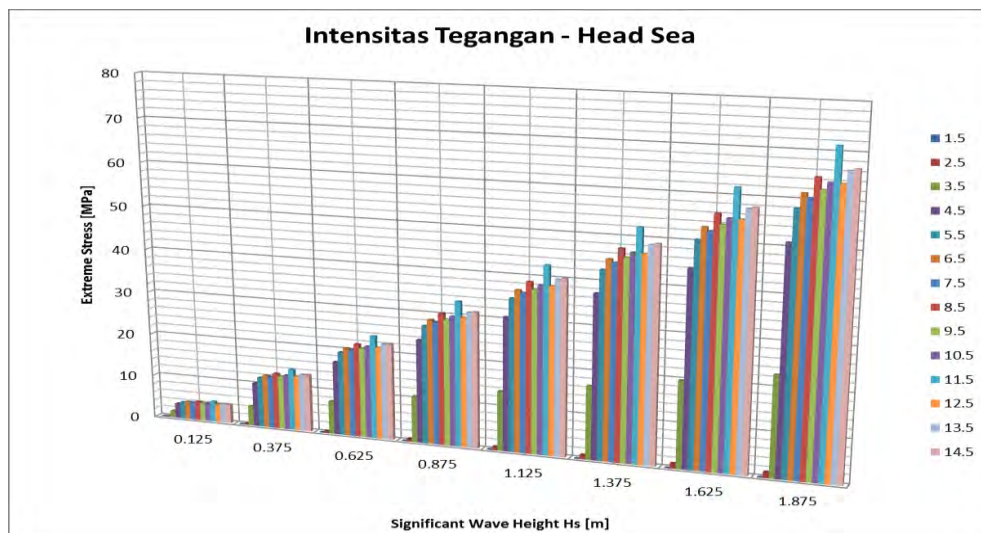
Pada suatu periode gelombang tertentu, dapat diketahui pengaruh kenaikan tinggi gelombang H_s terhadap amplitudo respon tegangan yang terjadi. Besaran tegangan yang dipertimbangkan di sini adalah tegangan ekstrem.

Variasi tinggi gelombang H_s dengan amplitudo tegangan ekstrem yang terjadi pada saat variasi sudut datang gelombang di-plot-kan pada grafik. Grafik yang disajikan pada Gambar 7.6 khusus pada kondisi $T_p = 7.5$ detik. Kurva ini memperlihatkan bahwa hubungan antara tinggi gelombang dengan tegangan ekstrem yang terjadi pada periode gelombang yang sama adalah linier.



Gambar 7.6 Intensitas Tegangan Terhadap Kenaikan Hs Untuk Tp 7.5 Detik

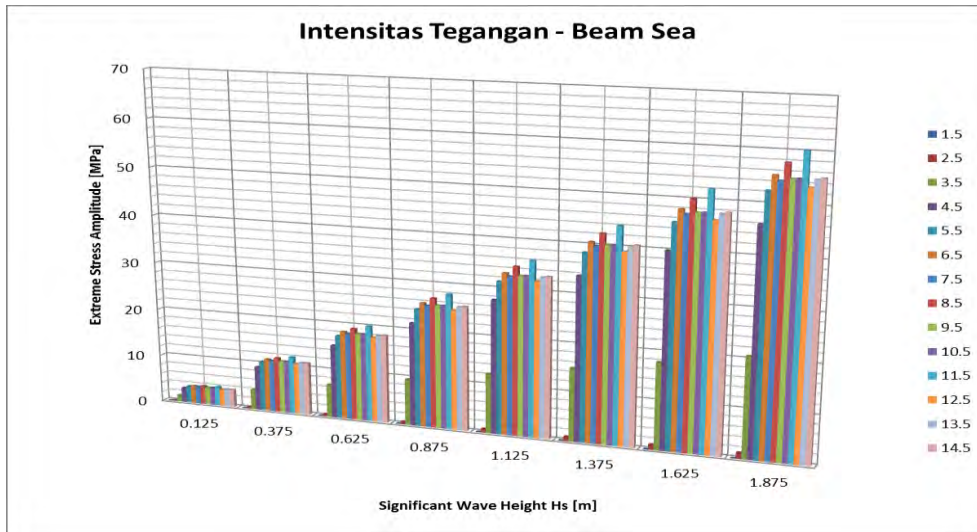
Dalam plotting grafik dengan variasi kategori arah datangnya gelombang, seperti disajikan pada Gambar 7.7 bisa dilihat besaran tegangan ekstrem tertinggi untuk semua kombinasi pembebanan, yaitu sebesar 71.31 MPa pada saat tinggi gelombang signifikan 1.875 meter, arah head sea dan dengan periode puncak gelombang 11.5 detik. Kemudian diikuti dengan kondisi Following Sea sebesar 68.39 MPa masih pada periode yang sama.



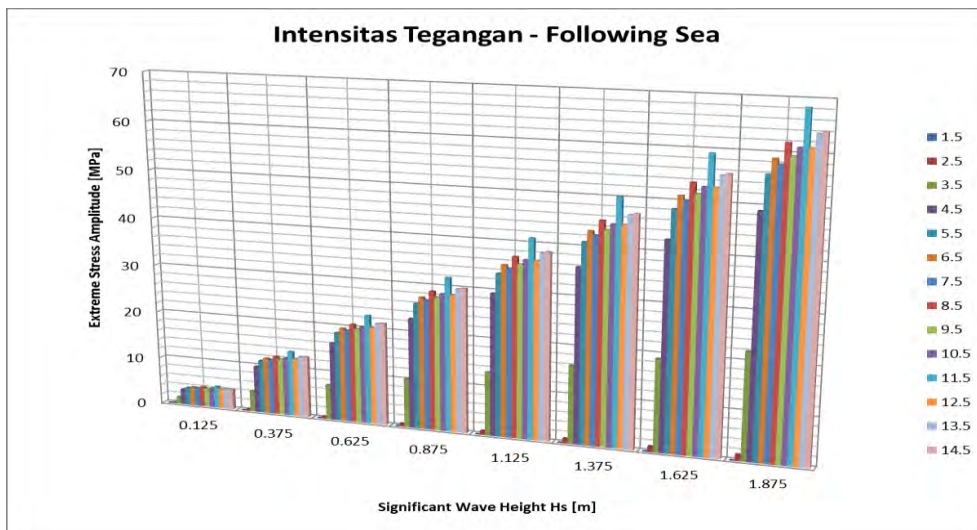
(a)

Gambar 7.7 Intensitas Tegangan Terhadap Kenaikan Hs Untuk Variasi Tp (a) Head Sea;

(b) Beam Sea dan (c) Following Sea



(b)



(c)

Gambar 7.7 Intensitas Tegangan Terhadap Kenaikan H_s Untuk Variasi T_p (a) Head Sea; (b) Beam Sea dan (c) Following Sea (lanjutan)

BAB 8

ANALISA UMUR KELELAHAN (FATIGUE LIFE)

8.1. Perhitungan Umur Kelelahan

Perhitungan umur kelelahan suatu struktur dengan menggunakan metode spektral ini dilakukan melalui prosedur analisa kurun waktu panjang (*long-term analysis*). Besarnya siklus tegangan untuk selama waktu operasi (n_L) selanjutnya dibandingkan dengan jumlah siklus tegangan dimana sebuah struktur mengalami kegagalan (N). Penentuan kurva S-N yang digunakan mendasarkan pada jenis atau tipe sambungan dari obyek struktur yang dianalisa. Dalam perhitungan umur kelelahan sambungan struktur pada LS-30 ini kurva S-N yang digunakan adalah *Class F* dengan parameter-parameter sebagai berikut:

log A	=	12.237
A	=	1.72584E+12
m	=	3

Rekapitulasi mengenai hasil perhitungan siklus rentang tegangan yang terjadi dan perbandingannya dengan siklus batas kegagalan disajikan pada Tabel 8.1. Dari perhitungan ini dihasilkan indeks kelelahan (D) yang merupakan akumulasi dari masing-masing n_L/N .

Hasil dari perhitungan ini menunjukkan bahwa D adalah sebesar 0,352. Selanjutnya perbandingan antara desain umur operasional FSO, yaitu 25 tahun, dengan indeks ini menghasilkan umur kelelahan (*fatigue life*) sebesar 71,02 tahun.

Analisa mengenai sensitivitas pemilihan dan penentuan kurva S-N yang digunakan dilakukan dengan mengitung indeks kelelahan menggunakan kurva S-N *class E* (Tabel 8.2). Hal ini dipertimbangkan karena dalam *BKI – Guidelines for The Classification and Construction Part 7 Class Notation Volume 3 : Guidelines for Spectral-Based Fatigue Analysis (2013)* dinyatakan bahwa dalam analisa kelelahan dengan pendekatan tegangan hotspot, kurva S-N yang digunakan setara dengan *Class E* dengan parameter A dan m secara berturut-turut sebesar 3,28776E+12 dan 3. Indeks kelelahan yang diperoleh adalah sebesar 0,185 (umur kelelahan 135,14 tahun). Hal ini menjadi wajar dikarenakan material uji yang digunakan pada kurva S-N *class E* ini memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan material uji pada kurva S-N *class F*.

Tabel 8.1 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kelelahan – Kurva S-N Class F

No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)				N (cycles)	Cummulative Damage
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ n Total		n/N
1	0,0	0,000,E+00	0,000,E+00	0,000,E+00	0,000,E+00	-	0,000,E+00
2	0,5	1,921,E+08	2,286,E+08	2,052,E+08	6,258,E+08	1,381,E+13	4,533,E-05
3	1,0	3,114,E+08	3,633,E+08	3,311,E+08	1,006,E+09	1,726,E+12	5,828,E-04
4	1,5	3,562,E+08	3,933,E+08	3,711,E+08	1,121,E+09	5,114,E+11	2,191,E-03
5	2,0	3,324,E+08	3,416,E+08	3,373,E+08	1,011,E+09	2,157,E+11	4,688,E-03
6	2,5	2,705,E+08	2,581,E+08	2,667,E+08	7,953,E+08	1,105,E+11	7,200,E-03
7	3,0	2,023,E+08	1,820,E+08	1,948,E+08	5,791,E+08	6,392,E+10	9,060,E-03
8	3,5	1,466,E+08	1,284,E+08	1,393,E+08	4,143,E+08	4,025,E+10	1,029,E-02
9	4,0	1,079,E+08	9,481,E+07	1,024,E+08	3,051,E+08	2,697,E+10	1,131,E-02
10	4,5	8,269,E+07	7,341,E+07	7,888,E+07	2,350,E+08	1,894,E+10	1,241,E-02
11	5,0	6,581,E+07	5,818,E+07	6,281,E+07	1,868,E+08	1,381,E+10	1,353,E-02
12	5,5	5,336,E+07	4,614,E+07	5,060,E+07	1,501,E+08	1,037,E+10	1,447,E-02
13	6,0	4,333,E+07	3,623,E+07	4,061,E+07	1,202,E+08	7,990,E+09	1,504,E-02
14	6,5	3,493,E+07	2,814,E+07	3,228,E+07	9,536,E+07	6,284,E+09	1,517,E-02
15	7,0	2,791,E+07	2,170,E+07	2,543,E+07	7,504,E+07	5,032,E+09	1,491,E-02
16	7,5	2,213,E+07	1,670,E+07	1,992,E+07	5,875,E+07	4,091,E+09	1,436,E-02
17	8,0	1,749,E+07	1,289,E+07	1,558,E+07	4,596,E+07	3,371,E+09	1,363,E-02
18	8,5	1,382,E+07	1,002,E+07	1,222,E+07	3,607,E+07	2,810,E+09	1,283,E-02
19	9,0	1,097,E+07	7,878,E+06	9,651,E+06	2,850,E+07	2,367,E+09	1,204,E-02
20	9,5	8,762,E+06	6,267,E+06	7,690,E+06	2,272,E+07	2,013,E+09	1,129,E-02
21	10,0	7,062,E+06	5,045,E+06	6,192,E+06	1,830,E+07	1,726,E+09	1,060,E-02
22	10,5	5,747,E+06	4,105,E+06	5,039,E+06	1,489,E+07	1,491,E+09	9,988,E-03
23	11,0	4,722,E+06	3,369,E+06	4,140,E+06	1,223,E+07	1,297,E+09	9,433,E-03
24	11,5	3,914,E+06	2,783,E+06	3,430,E+06	1,013,E+07	1,135,E+09	8,924,E-03
25	12,0	3,268,E+06	2,309,E+06	2,859,E+06	8,437,E+06	9,987,E+08	8,447,E-03
...
...
...
115	57,0	6,476,E+00	1,235,E+00	3,453,E+00	11,16	9,319,E+06	1,198,E-06
116	57,5	5,625,E+00	1,055,E+00	2,980,E+00	9,66	9,078,E+06	1,064,E-06
117	58,0	4,885,E+00	9,003,E-01	2,572,E+00	8,36	8,845,E+06	9,449,E-07
118	58,5	4,242,E+00	7,684,E-01	2,219,E+00	7,23	8,620,E+06	8,387,E-07
119	59,0	3,684,E+00	6,557,E-01	1,915,E+00	6,25	8,403,E+06	7,442,E-07
120	59,5	3,198,E+00	5,593,E-01	1,652,E+00	5,41	8,193,E+06	6,602,E-07
121	60,0	2,776,E+00	4,770,E-01	1,424,E+00	4,68	7,990,E+06	5,854,E-07
122	60,5	2,410,E+00	4,067,E-01	1,228,E+00	4,04	7,794,E+06	5,190,E-07
123	61,0	2,091,E+00	3,467,E-01	1,059,E+00	3,50	7,603,E+06	4,599,E-07
124	61,5	1,815,E+00	2,955,E-01	9,128,E-01	3,02	7,420,E+06	4,075,E-07
125	62,0	1,575,E+00	2,517,E-01	7,867,E-01	2,61	7,241,E+06	3,609,E-07
126	62,5	1,366,E+00	2,144,E-01	6,779,E-01	2,26	7,069,E+06	3,195,E-07
127	63,0	1,185,E+00	1,825,E-01	5,840,E-01	1,95	6,902,E+06	2,827,E-07
128	63,5	1,028,E+00	1,553,E-01	5,030,E-01	1,69	6,740,E+06	2,501,E-07
129	64,0	8,910,E-01	1,321,E-01	4,332,E-01	1,46	6,584,E+06	2,212,E-07
130	64,5	7,725,E-01	1,124,E-01	3,729,E-01	1,26	6,432,E+06	1,956,E-07
131	65,0	6,696,E-01	9,554,E-02	3,210,E-01	1,09	6,284,E+06	1,728,E-07
132	65,5	5,803,E-01	8,119,E-02	2,762,E-01	0,94	6,142,E+06	1,527,E-07
133	66,0	5,028,E-01	6,897,E-02	2,376,E-01	0,81	6,003,E+06	1,348,E-07
134	66,5	4,355,E-01	5,857,E-02	2,044,E-01	0,70	5,869,E+06	1,190,E-07
135	67,0	3,772,E-01	4,971,E-02	1,757,E-01	0,60	5,738,E+06	1,050,E-07
						D =	0,352

Tabel 8.2 Rekapitulasi Perhitungan Indeks Kelelahan – Kurva S-N Class E

No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)				N (cycles)	Cummulative Damage
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ n Total		n/N
1	0,0	0,000,E+00	0,000,E+00	0,000,E+00	0,000,E+00	-	0,000,E+00
2	0,5	1,921,E+08	2,286,E+08	2,052,E+08	6,258,E+08	2,630,E+13	2,379,E-05
3	1,0	3,114,E+08	3,633,E+08	3,311,E+08	1,006,E+09	3,288,E+12	3,059,E-04
4	1,5	3,562,E+08	3,933,E+08	3,711,E+08	1,121,E+09	9,742,E+11	1,150,E-03
5	2,0	3,324,E+08	3,416,E+08	3,373,E+08	1,011,E+09	4,110,E+11	2,461,E-03
6	2,5	2,705,E+08	2,581,E+08	2,667,E+08	7,953,E+08	2,104,E+11	3,780,E-03
7	3,0	2,023,E+08	1,820,E+08	1,948,E+08	5,791,E+08	1,218,E+11	4,756,E-03
8	3,5	1,466,E+08	1,284,E+08	1,393,E+08	4,143,E+08	7,668,E+10	5,403,E-03
9	4,0	1,079,E+08	9,481,E+07	1,024,E+08	3,051,E+08	5,137,E+10	5,940,E-03
10	4,5	8,269,E+07	7,341,E+07	7,888,E+07	2,350,E+08	3,608,E+10	6,513,E-03
11	5,0	6,581,E+07	5,818,E+07	6,281,E+07	1,868,E+08	2,630,E+10	7,102,E-03
12	5,5	5,336,E+07	4,614,E+07	5,060,E+07	1,501,E+08	1,976,E+10	7,596,E-03
13	6,0	4,333,E+07	3,623,E+07	4,061,E+07	1,202,E+08	1,522,E+10	7,895,E-03
14	6,5	3,493,E+07	2,814,E+07	3,228,E+07	9,536,E+07	1,197,E+10	7,965,E-03
15	7,0	2,791,E+07	2,170,E+07	2,543,E+07	7,504,E+07	9,585,E+09	7,828,E-03
16	7,5	2,213,E+07	1,670,E+07	1,992,E+07	5,875,E+07	7,793,E+09	7,539,E-03
17	8,0	1,749,E+07	1,289,E+07	1,558,E+07	4,596,E+07	6,421,E+09	7,157,E-03
18	8,5	1,382,E+07	1,002,E+07	1,222,E+07	3,607,E+07	5,354,E+09	6,737,E-03
19	9,0	1,097,E+07	7,878,E+06	9,651,E+06	2,850,E+07	4,510,E+09	6,319,E-03
20	9,5	8,762,E+06	6,267,E+06	7,690,E+06	2,272,E+07	3,835,E+09	5,925,E-03
21	10,0	7,062,E+06	5,045,E+06	6,192,E+06	1,830,E+07	3,288,E+09	5,566,E-03
22	10,5	5,747,E+06	4,105,E+06	5,039,E+06	1,489,E+07	2,840,E+09	5,243,E-03
23	11,0	4,722,E+06	3,369,E+06	4,140,E+06	1,223,E+07	2,470,E+09	4,952,E-03
24	11,5	3,914,E+06	2,783,E+06	3,430,E+06	1,013,E+07	2,162,E+09	4,684,E-03
25	12,0	3,268,E+06	2,309,E+06	2,859,E+06	8,437,E+06	1,903,E+09	4,434,E-03
...
...
...
115	57,0	6,476,E+00	1,235,E+00	3,453,E+00	11,16	1,775,E+07	6,289,E-07
116	57,5	5,625,E+00	1,055,E+00	2,980,E+00	9,66	1,729,E+07	5,586,E-07
117	58,0	4,885,E+00	9,003,E-01	2,572,E+00	8,36	1,685,E+07	4,960,E-07
118	58,5	4,242,E+00	7,684,E-01	2,219,E+00	7,23	1,642,E+07	4,403,E-07
119	59,0	3,684,E+00	6,557,E-01	1,915,E+00	6,25	1,601,E+07	3,907,E-07
120	59,5	3,198,E+00	5,593,E-01	1,652,E+00	5,41	1,561,E+07	3,465,E-07
121	60,0	2,776,E+00	4,770,E-01	1,424,E+00	4,68	1,522,E+07	3,073,E-07
122	60,5	2,410,E+00	4,067,E-01	1,228,E+00	4,04	1,485,E+07	2,724,E-07
123	61,0	2,091,E+00	3,467,E-01	1,059,E+00	3,50	1,448,E+07	2,414,E-07
124	61,5	1,815,E+00	2,955,E-01	9,128,E-01	3,02	1,413,E+07	2,139,E-07
125	62,0	1,575,E+00	2,517,E-01	7,867,E-01	2,61	1,380,E+07	1,894,E-07
126	62,5	1,366,E+00	2,144,E-01	6,779,E-01	2,26	1,347,E+07	1,677,E-07
127	63,0	1,185,E+00	1,825,E-01	5,840,E-01	1,95	1,315,E+07	1,484,E-07
128	63,5	1,028,E+00	1,553,E-01	5,030,E-01	1,69	1,284,E+07	1,313,E-07
129	64,0	8,910,E-01	1,321,E-01	4,332,E-01	1,46	1,254,E+07	1,161,E-07
130	64,5	7,725,E-01	1,124,E-01	3,729,E-01	1,26	1,225,E+07	1,027,E-07
131	65,0	6,696,E-01	9,554,E-02	3,210,E-01	1,09	1,197,E+07	9,072,E-08
132	65,5	5,803,E-01	8,119,E-02	2,762,E-01	0,94	1,170,E+07	8,015,E-08
133	66,0	5,028,E-01	6,897,E-02	2,376,E-01	0,81	1,144,E+07	7,077,E-08
134	66,5	4,355,E-01	5,857,E-02	2,044,E-01	0,70	1,118,E+07	6,248,E-08
135	67,0	3,772,E-01	4,971,E-02	1,757,E-01	0,60	1,093,E+07	5,513,E-08
						D =	0,185

8.2. Prediksi Umur Kelelahan dengan Persamaan Terangkai

Dari Tabel 8.1 dapat diperoleh jumlah keseluruhan siklus N_L selama masa pengoperasian FSO yaitu sebesar $3,622 \times 10^8$ siklus. Dalam jumlah total siklus ini terdapat tegangan terbesar yang terjadi sekali selama masa operasi, yaitu 65,29 MPa. Ini merupakan besaran rentang tegangan ekstrem yang kemudian didefinisikan sebagai parameter S_e .

Dari berbagai penelitian mengenai sebaran data dalam kurun waktu panjang disimpulkan bahwa peluangnya dapat didekati dengan fungsi kepadatan peluang Weibull. Dengan analisa matematis, akhirnya diperoleh persamaan kelelahan terangkai (*closed-form fatigue equation*) sebagai berikut:

$$D = \frac{N_L}{A} \frac{S_e^m}{(\ln N_L)^{m/\xi}} \Gamma(1 + m/\xi) \dots\dots\dots 8.1$$

Dalam persamaan di atas terdapat parameter ξ yang merupakan parameter bentuk dari distribusi weibull. Parameter ini dapat diperoleh dari proses iterasi sebagai bagian dari teknik optimasi. Penulis menggunakan bantuan fitur *solver* pada microsoft excel dalam melakukan proses ini. Variabel D, N_L , A dan m merupakan input yang diambil dari tahapan perhitungan sebelumnya, secara berturut-turut adalah rasio/indeks kelelahan dan siklus keseluruhan kejadian pada Frame 20, serta parameter-parameter kurva S-N yang digunakan. Input S_e diperoleh dari analisa spektral untuk respon tegangan struktur pada tiap-tiap lokasi lainnya. Dari hasil perhitungan (Tabel 8.3) dihasilkan besaran parameter ξ sebesar 1,316.

Tabel 8.3 Hasil Perhitungan Parameter Bentuk Weibull

Input						Output
D	Se	N_L/A	m	S_e^m	$\ln N_L$	ξ
0,35	65,29	4,57,E-04	3	2,78,E+05	20,49	1,32

Besaran parameter ξ inilah yang selanjutnya dijadikan input dalam memperkirakan indeks kelelahan (D) untuk setiap lokasi kritis yang lain dengan persamaan kelelahan terangkai. Tabel 8.4 merupakan rekapitulasi dari proses perhitungan indeks kelelahan pada setiap sambungan antara LS-30 dan frame-frame sesuai dengan obyek tinjauan.

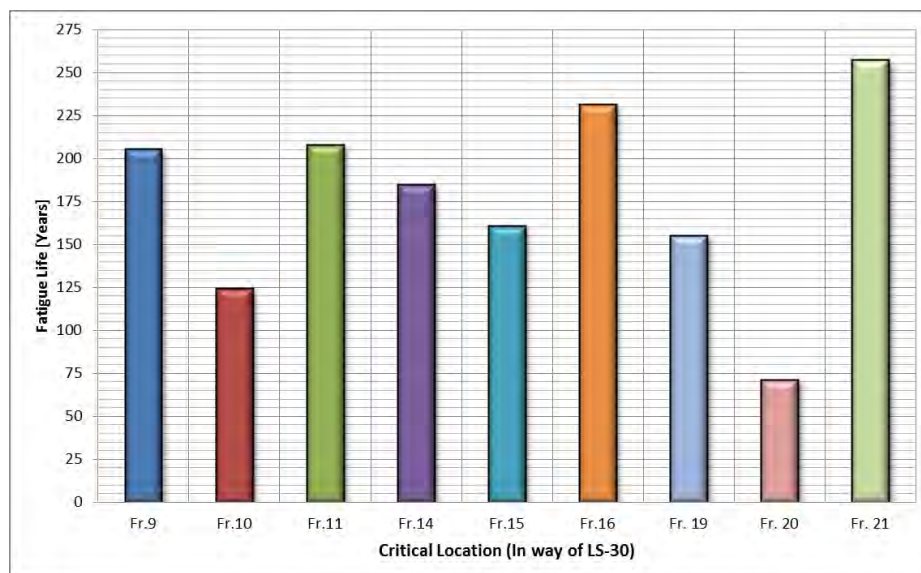
Seperti diketahui dan sesuai informasi yang disampaikan sebelumnya bahwa perencanaan awal umur kelelahan dari FSO Arco Ardjuna khususnya pada lokasi kritis sambungan antara LS-30 dan Frame 9 sampai Frame 11, Frame 14 sampai Frame 16 dan Frame 19 sampai Frame 21 adalah 25 tahun. Tabel 8.4 dan grafik batang pada Gambar 8.1

menyajikan informasi dan kesimpulan bahwa tidak ada satupun dari lokasi kritis sambungan-sambungan tersebut yang memiliki umur kelelahan kurang dari 25 tahun.

Tabel 8.4 Rekapitulasi Indeks dan Umur Kelelahan

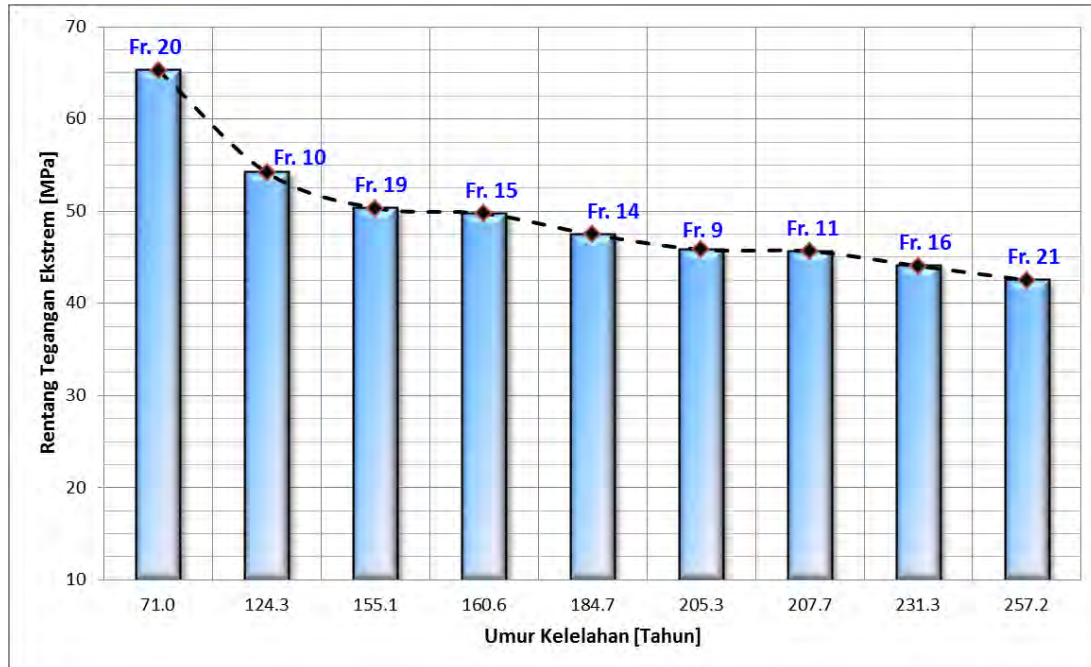
Lokasi	Rentang Teg. Ekstrem (S_e) [MPa]	Rasio Kelelahan (D)	Design Life [Years]	Fatigue Life [Years]
Fr.9	45,84	0,12	25	205,28
Fr.10	54,19	0,20	25	124,25
Fr.11	45,66	0,12	25	207,72
Fr.14	47,48	0,14	25	184,67
Fr.15	49,74	0,16	25	160,63
Fr.16	44,05	0,11	25	231,26
Fr. 19	50,33	0,16	25	155,09
Fr. 20	65,29	0,35	25	71,02
Fr. 21	42,52	0,10	25	257,18

Seperti disajikan pada Gambar 8.1, umur kelelahan paling pendek terjadi pada sambungan di Frame 20 dimana di daerah ini yang mengalami tegangan ekstrem paling besar dibanding lokasi lain. Pada lokasi tersebut umur kelelahannya adalah hampir 3 kali lebih besar dibanding dengan umur desain. Sedangkan umur kelelahan paling lama terjadi pada Frame 21 dengan disparitas mencapai 232 tahun terhadap umur desain.



Gambar 8.1 Perbandingan Umur Kelelahan Setiap Lokasi Kritis

Dari uraian di atas terlihat jelas bahwa ada suatu hubungan yang linier antara besar rentang tegangan ekstrem dengan umur kelelahan struktur. Hubungan antar keduanya disajikan pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2 Hubungan Rentang Tegangan Ekstrem dan Umur Kelelahan

8.3. Distribusi Tegangan Kurun Waktu Panjang

Pada suatu proses gelombang kurun waktu pendek, dengan menerapkan metode statistik Distribusi Rayleigh dan momen luasan di bawah kurva spektra respon, dapat dihitung besarnya jumlah siklus rentang tegangan, n , yang terjadi per satuan waktu (per detik), seperti berikut:

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{m_2}{m_0}} \dots\dots\dots 8.2$$

Sedangkan peluang terjadinya rentang tegangan pada kurun waktu pendek diperoleh dari formula fungsi kepadatan peluang (pdf) dari distribusi rayleigh:

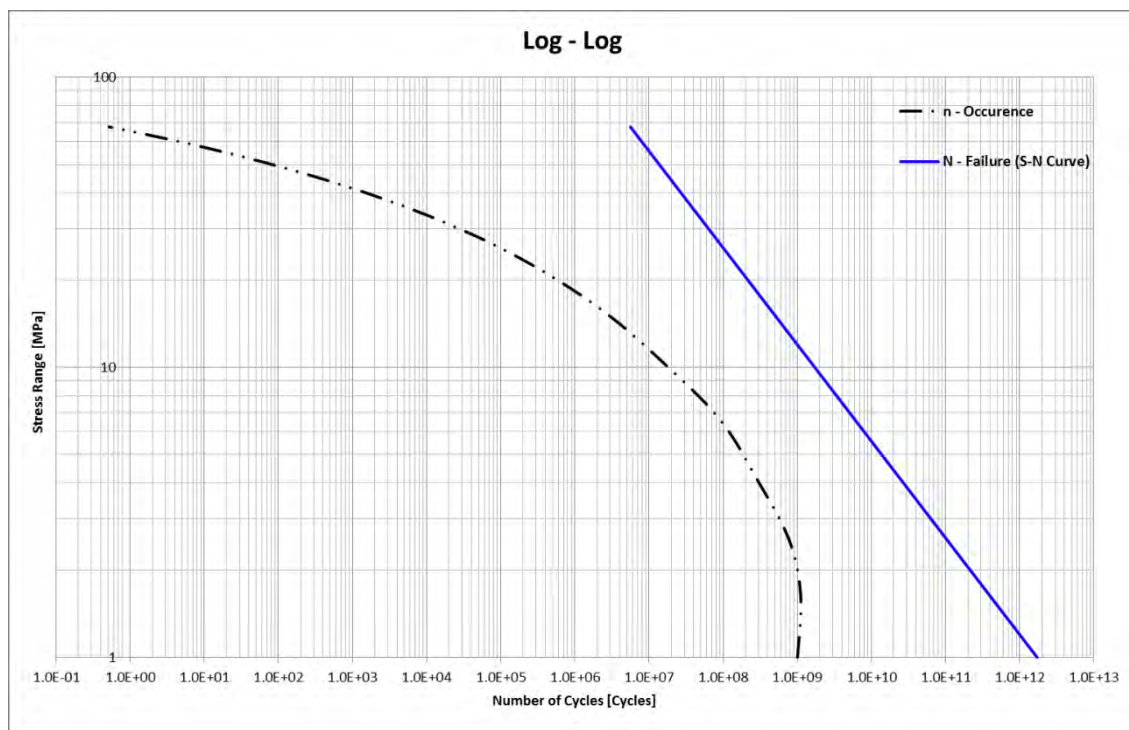
$$p_s(s) = \frac{s}{m_0} e^{-s^2/2m_0} \dots\dots\dots 8.3$$

Dengan menggunakan formula statistik tersebut maka diperoleh n untuk setiap variasi *load case* dan peluangnya. Selanjutnya untuk penentuan siklus respon tegangan (n_L) selama pengoperasian FSO, atau disebut juga dengan istilah kurun waktu panjang, digunakan formulasi Distribusi Weibull, dengan memasukkan desain umur operasional (T_L) selama 25 tahun sesuai ketentuan BKI –FPI, sebagai berikut:

$$n_L = (\sum_a \sum_b \sum_c n \times P_a P_b P_c) \times T_L \dots\dots\dots 8.4$$

Formulasi Weibull tersebut di atas pada penerapannya merupakan akumulasi dari jumlah kejadian pada setiap kondisi variasi tinggi gelombang seperti disajikan Tabel 22. Kolom n_{total} pada tabel tersebut menunjukkan jumlah kejadian dalam kurun waktu 25 tahun.

Sebagaimana diketahui, prosedur analisis spektra kurun waktu panjang pada dasarnya adalah mencari intensitas respons ekstrem berdasarkan pada peluang terjadinya sekali selama umur operasi, dalam hal ini dipertimbangkan 25 tahun. Maka seperti ditunjukkan Tabel 22 di atas khususnya pada baris 131 dan baris 132 kolom n_{total} , merupakan batas atas dan bawah dalam penentuan besarnya tegangan ekstrem. Teknik interpolasi linier digunakan untuk menentukan dengan tepat tegangan ekstrem diantara batas atas dan bawah tersebut, jumlah kejadiannya adalah 1. Dengan metode ini, rentang tegangan yang dihasilkan adalah sebesar 65.29 MPa. Ini berarti rentang tegangan ekstrem yang peluang terjadinya hanya sekali dalam 25 tahun adalah 65.29 MPa. Hal ini juga bisa dilihat pada Gambar 8.3 yang merupakan hasil plotting dalam bentuk log-log yang menyajikan hubungan antara jumlah kejadian dan respon berupa rentang tegangan.



Gambar 8.3 Distribusi Tegangan Kurun Waktu Panjang

BAB 9

ANALISA KELELAHAN PADA PERAIRAN TAK TERBATAS

Karakteristik beban gelombang yang direpresentasikan dengan respon struktur berupa gaya geser dan momen telah diketahui dari proses yang dilakukan seperti yang diuraikan pada Bab 5, baik kurun waktu pendek maupun kurun waktu panjang. Begitupun juga dengan pada Bab 6 sampai Bab 8 yang memberikan uraian mengenai distribusi dan intensitas respon struktur berupa tegangan yang terjadi, hingga menghasilkan perkiraan umur kelelahan pada masing-masing lokasi sesuai dengan obyek tinjauan penelitian. Analisa-analisa tersebut di atas dilakukan berdasarkan pada sebaran data gelombang perairan Laut Jawa Barat, sesuai dengan lokasi operasional FSO Arco Ardjuna.

Sebagai bahan perbandingan, pada Bab ini penulis melakukan analisa dengan mempertimbangkan karakteristik gelombang sesuai dengan data sebaran gelombang pada Tabel 9.1 untuk perairan tak terbatas (unrestricted sea) dari ABS. Namun analisa yang dilakukan berfokus pada respon struktur tegangan dan perkiraan umur kelelahan.

Tabel 9.1 Data Sebaran Gelombang di Perairan Tidak Terbatas (ABS, 2010)

Kode	Kode	Wave Periods (s)											Sum Over All Periods
	Wave Heights (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A	0.5	8	260	1344	2149	1349	413	76	10	1	0	0	5,610
B	1.5		55	1223	5349	7569	4788	1698	397	69	9	1	21,158
C	2.5		9	406	3245	7844	7977	4305	1458	351	65	10	25,670
D	3.5		2	113	1332	4599	6488	4716	2092	642	149	28	20,161
E	4.5			30	469	2101	3779	3439	1876	696	192	43	12,625
F	5.5			8	156	858	1867	2030	1307	564	180	46	7,016
G	6.5			2	52	336	856	1077	795	390	140	40	3,688
H	7.5			1	18	132	383	545	452	247	98	30	1,906
I	8.5				6	53	172	272	250	150	65	22	990
J	9.5				2	22	78	136	137	90	42	15	522
K	10.5				1	9	37	70	76	53	26	10	282
L	11.5					4	18	36	42	32	17	7	156
M	12.5					2	9	19	24	19	11	4	88
N	13.5					1	4	10	14	12	7	3	51
O	14.5					1	5	13	19	19	13	7	77
	Sum Over All Height	8	326	3,127	12,779	24,880	26,874	18,442	8,949	3,335	1,014	266	100,000

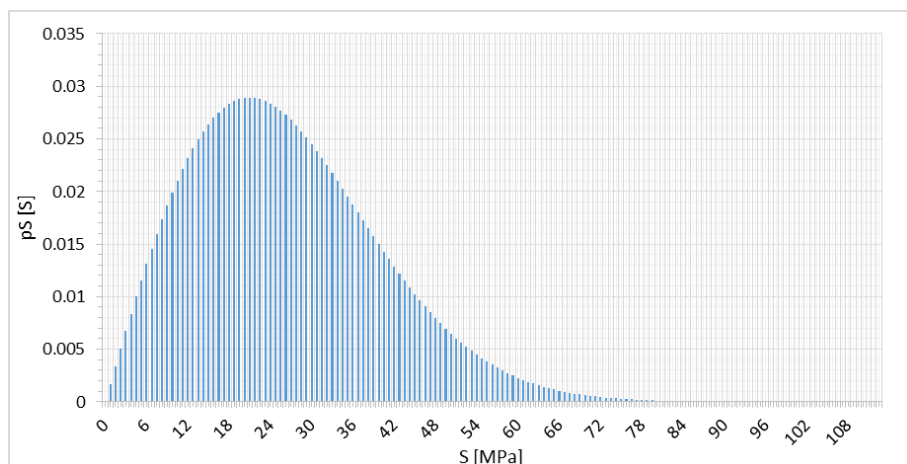
Dengan melakukan prosedur yang sama dengan proses analisa sebelumnya, bahwa respon struktur, dalam hal ini adalah tegangan, bisa diperoleh dengan mengalikan antara spektrum energi gelombang dengan kuadrat dari RAO tegangan, maka yang menjadi perbedaan di sini adalah perubahan pada perhitungan spektra gelombangnya. Maka untuk

analisa spektral respon dilakukan untuk setiap kombinasi tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang sesuai dengan data pada Tabel 27. Bentuk tabulasi yang disajikan pada Tabel 9.2 merupakan perhitungan spektral respon untuk $H_s = 2.5$ meter dan $T_z = 7.5$ detik (kode C-5) yang mempunyai peluang kejadian paling tinggi pada arah datang gelombang head sea, yang selanjutnya digunakan sebagai bentuk template dalam perhitungan.

Tabel 9.2 Analisa Spektral Respon untuk Kode Operasi C-5 Perairan Tak Terbatas

ω (rad/s)	$S(\omega)$ (MPa ² /rad/s)	SM	RAO (MPa/m)	RAO ² (MPa ² /m ²)	$Sr(\omega)$ (MPa ² /(rad/s))	$Sr(\omega)*SM$ (MPa ²)	$\omega^2*Sr(\omega)*SM$ (MPa ² (rad/s))
0,25	0,00000	1	36,28	1316,14	0,00000	0,00000	0,00000
0,35	0,00000	4	37,92	1438,20	0,00000	0,00000	0,00000
0,45	0,00001	2	43,26	1871,80	0,02167	0,04334	0,00878
0,55	0,01685	4	39,29	1543,72	26,01300	104,05202	31,47573
0,65	0,19520	2	36,59	1338,87	261,34249	522,68498	220,83440
0,75	0,57561	4	36,14	1306,06	751,77439	3007,09756	1691,49238
0,85	1,20418	2	35,87	1286,45	1549,12067	3098,24134	2238,47937
0,95	0,49830	4	35,79	1280,98	638,31567	2553,26268	2304,31957
1,05	0,33521	2	35,74	1277,24	428,14197	856,28393	944,05304
1,15	0,24792	4	35,69	1274,11	315,87547	1263,50189	1670,98126
1,25	0,18055	2	35,68	1272,90	229,82661	459,65323	718,20817
1,35	0,13137	4	35,68	1273,17	167,26217	669,04866	1219,34118
1,45	0,09624	2	35,67	1272,56	122,47114	244,94229	514,99116
1,55	0,07124	4	35,65	1271,19	90,55433	362,21732	870,22712
1,65	0,05336	1	35,64	1270,52	67,79075	67,79075	184,56031
Σ						13208,81999	12608,97246
						$\Sigma 0$	$\Sigma 2$

Perhitungan spektral respon tegangan yang dilakukan pada tiap-tiap sea state (kombinasi H_s dan T_z tertentu) ini disebut dengan analisa spektral respon tegangan kurun waktu pendek. Distribusi tegangan kurun waktu pendek mengikuti salah satu bentuk distribusi statistik yaitu distribusi rayleigh. Gambar 9.1 menunjukkan bentuk distribusi ini untuk sea state kode C-5.



Gambar 9.1 Distribusi Rayleigh untuk Distribusi Tegangan Pada Sea State Kode C-5

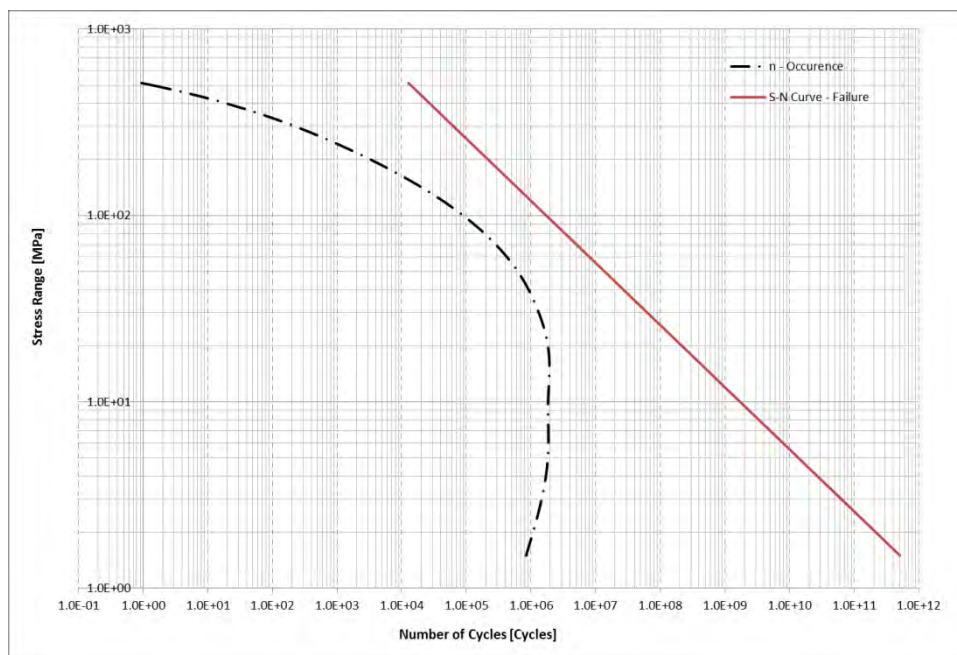
Dengan menggunakan penerapan analisa stokastik untuk menentukan angka ekstrem pada distribusi peluang kejadian kurun waktu pendek, dapat diketahui besaran amplitudo tegangan ekstrem (S_e) sebesar 80.87 MPa. Hal ini pun berlaku untuk kondisi sea state-sea state yang lainnya.

Dari analisa tegangan kurun waktu pendek seperti tersebut di atas, yaitu untuk setiap sea state dan untuk setiap arah datang gelombang, selanjutnya dilakukan analisa tegangan kurun waktu panjang umur operasional 25 tahun. Hasil dari analisa ini seperti ditampilkan pada Tabel 9.3 yang merupakan rekapitulasi perhitungan tegangan kurun waktu panjang.

Tabel 9.3 Rekapitulasi Tegangan Kurun Waktu Panjang Perairan Tak Terbatas

No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)				N (cycles)	Cumulative Damage n/N
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total		
1	0,00	-	-	-	-	-	-
2	0,75	131.247,56	162.472,04	142.880,40	436.600,01	4,091,E+12	1,067,E-07
3	1,50	253.635,44	311.629,85	275.328,57	840.593,85	5,114,E+11	1,644,E-06
4	2,25	359.974,08	437.173,52	389.026,95	1.186.174,55	1,515,E+11	7,829,E-06
5	3,00	445.752,49	533.452,01	479.001,15	1.458.205,64	6,392,E+10	2,281,E-05
6	3,75	509.365,81	599.604,45	543.835,45	1.652.805,72	3,273,E+10	5,050,E-05
7	4,50	551.832,45	638.807,85	585.247,92	1.775.888,22	1,894,E+10	9,377,E-05
8	5,25	576.220,67	657.003,50	607.297,14	1.840.521,31	1,193,E+10	1,543,E-04
9	6,00	586.869,88	661.313,12	615.338,44	1.863.521,44	7,990,E+09	2,332,E-04
10	6,75	588.519,21	658.508,03	614.915,26	1.861.942,50	5,612,E+09	3,318,E-04
11	7,50	585.526,41	653.917,07	610.841,54	1.850.285,02	4,091,E+09	4,523,E-04
12	8,25	581.332,27	650.945,99	606.651,53	1.838.929,79	3,074,E+09	5,983,E-04
13	9,00	578.226,38	651.141,57	604.444,10	1.833.812,05	2,367,E+09	7,746,E-04
14	9,75	577.376,76	654.602,93	605.035,10	1.837.014,79	1,862,E+09	9,866,E-04
15	10,50	579.035,83	660.523,32	608.285,45	1.847.844,60	1,491,E+09	1,239,E-03
16	11,25	582.826,25	667.695,27	613.478,20	1.863.999,73	1,212,E+09	1,538,E-03
17	12,00	588.026,64	674.886,83	619.653,71	1.882.567,18	9,987,E+08	1,885,E-03
18	12,75	593.806,36	681.065,45	625.855,57	1.900.727,38	8,327,E+08	2,283,E-03
19	13,50	599.387,89	685.490,83	631.277,77	1.916.156,49	7,015,E+08	2,732,E-03
...
...
678	507,75	0,67	0,06	0,39	1,12	1,318,E+04	8,483,E-05
679	508,50	0,65	0,06	0,38	1,10	1,313,E+04	8,345,E-05
680	509,25	0,64	0,06	0,37	1,07	1,307,E+04	8,210,E-05
681	510,00	0,63	0,06	0,36	1,05	1,301,E+04	8,077,E-05
682	510,75	0,62	0,06	0,35	1,03	1,295,E+04	7,945,E-05
683	511,50	0,60	0,06	0,35	1,01	1,290,E+04	7,816,E-05
684	512,25	0,59	0,05	0,34	0,99	1,284,E+04	7,689,E-05
685	513,00	0,58	0,05	0,33	0,97	1,278,E+04	7,563,E-05
686	513,75	0,57	0,05	0,33	0,95	1,273,E+04	7,440,E-05
687	514,50	0,56	0,05	0,32	0,93	1,267,E+04	7,318,E-05
688	515,25	0,55	0,05	0,31	0,91	1,262,E+04	7,198,E-05
689	516,00	0,54	0,05	0,31	0,89	1,256,E+04	7,080,E-05
690	516,75	0,53	0,05	0,30	0,87	1,251,E+04	6,963,E-05
$\Sigma =$						10,303	

Distribusi dan intensitas tegangan kurun waktu panjang dapat diketahui melalui karakteristik korelasi antara rentang tegangan dengan jumlah kejadian selama umur operasional (25 tahun) yang disajikan dalam bentuk plotting kurva pada Gambar 9.2. Dari Gambar tersebut dapat diambil informasi bahwa rentang tegangan ekstrem yang terjadi satu kali selama waktu operasional FSO adalah sebesar 511.79 MPa. Hal ini terlihat sangat besar, namun apabila dibandingkan dengan informasi yang diperoleh dari kurva S-N dimana kurva ini merupakan dasar pijakan dalam menentukan kelelahan struktur, karakteristik rentang tegangan tersebut masih dalam batasan jumlah kejadian siklis terjadinya kegagalan struktur.



Gambar 9.2 Kurva Rentang Tegangan Kurun Waktu Panjang Perairan Tak Terbatas

Sebagai tahapan akhir dari analisa kelelahan berdasarkan spektral tegangan yaitu menghasilkan indeks kelelahan (D) sebesar 10.303. Hal ini berarti bahwa umur kelelahan adalah 2.427 tahun. Umur kelelahan ini berlaku untuk sambungan kritis LS-30 pada lokasi Frame 20. Dalam memperkirakan umur kelelahan struktur pada sambungan kritis di lokasi lain berdasarkan obyek tinjauan penelitian, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan untuk memperoleh besaran parameter bentuk (ξ) dari distribusi weibull.

Tabel 9.4 Perhitungan Parameter Bentuk Distribusi Weibull Perairan Tak Terbatas

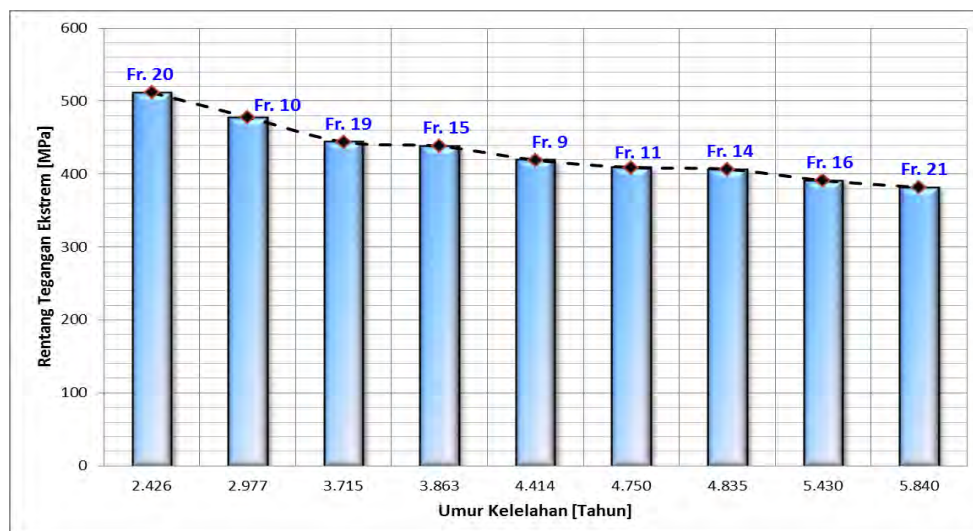
Input						Output
D	Se	N_L/A	m	Se^m	$\ln N_L$	ξ
10,31	511,79	6,55,E-05	3	1,34,E+08	18,54	1,05

Informasi yang disajikan pada Tabel 9.4 merupakan variabel-variabel input dari proses iterasi hingga menghasilkan parameter ξ sebesar 1.051. Maka dengan menerapkan persamaan kelelahan terangkai, dapat dihitung perkiraan umur kelelahan pada sambungan kritis di lokasi lainnya seperti disajikan pada Tabel 9.5.

Tabel 9.5 Rekapitulasi Umur Kelelahan Lokasi Kritis – Perairan Tak Terbatas

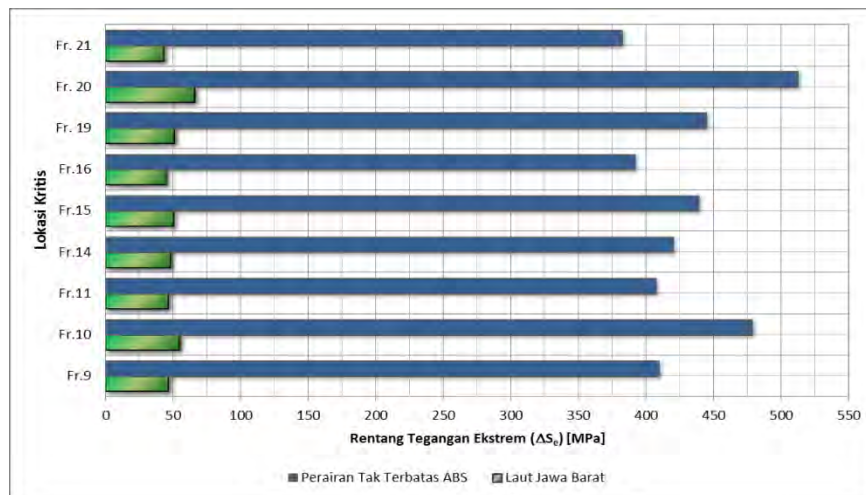
Lokasi	Rentang Teg. Ekstrem (S_e) [MPa]	Rasio Kelelahan (D)	Fatigue Life [Years]
Fr.9	409,08	5,26	4,75
Fr.10	478,00	8,40	2,98
Fr.11	406,66	5,17	4,84
Fr.14	419,21	5,66	4,41
Fr.15	438,26	6,47	3,86
Fr.16	391,25	4,60	5,43
Fr. 19	443,99	6,73	3,72
Fr. 20	511,79	10,31	2,43
Fr. 21	381,86	4,28	5,84

Kondisi perairan tak terbatas yang ganas dengan tinggi gelombang signifikan yang terbesar adalah 14.5 meter menjadi alasan yang paling rasional yang menyebabkan rentang tegangan ekstrem sangat besar yang berarti umur kelelahan struktur menjadi kecil. Untuk semua lokasi sambungan kritis, tidak ada satupun lokasi sambungan yang mempunyai umur kelelahan lebih dari 25 tahun (Gambar 9.3). Hal ini dapat menjadi sebuah kesimpulan dalam Bab ini bahwa FSO Arco Ardjuna tidak bisa dioperasikan di perairan dengan karakteristik seperti perairan tak terbatas ini.

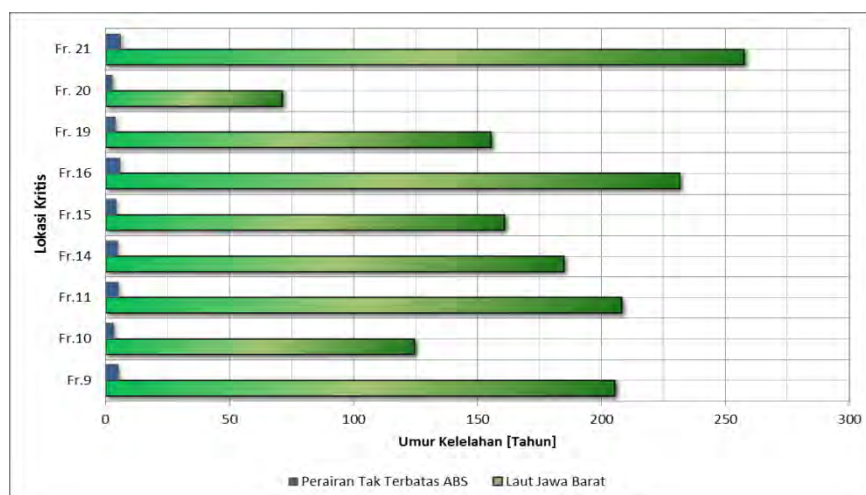


Gambar 9.3 Grafik Hubungan Rentang Tegangan Ekstrem dan Umur Kelelahan – Perairan Tak Terbatas

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab sebelumnya, bahwa pada perairan Laut Jawa Barat, analisa spektral mengenai umur kelelahan pada 9 (sembilan) sambungan kritis menghasilkan umur kelelahan yang kesemuanya melebihi umur perencanaan dari FSO Arco Ardjuna. Namun pada Bab ini, hasil yang diperoleh menunjukkan angka yang berkebalikan yaitu bahwa tidak satupun dari lokasi sambungan yang ditinjau memenuhi kriteria umur minimal 25 tahun, bahkan umur paling lama pun hanya sebesar 5.84 tahun. Hasil tersebut masih sangat jauh jika dibandingkan dengan umur desain konstruksi FSO Arco Ardjuna, apalagi jika dibandingkan dengan umur kelelahan yang diperoleh dari analisa yang dilakukan pada perairan Laut Jawa Barat sebesar 257 tahun. Perbandingan antara hasil yang diperoleh pada dua lokasi perairan ini disajikan pada Gambar 9.4 mencakup rentang tegangan ekstrem dan umur kelelahan.



(a)



(b)

Gambar 9.4 Grafik Perbandingan Laut Jawa Barat dan Perairan Tak Terbatas untuk
(a) Rentang Tegangan Ekstrem dan (b) Umur Kelelahan

BAB 10

KESIMPULAN

10.1. Kesimpulan

Analisa dan pembahasan mengenai studi perkiraan umur kelelahan konstruksi FSO Arco Ardjuna menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik beban kurun waktu panjang pada FSO Arco Ardjuna yang akan menimbulkan kelelahan direpresentasikan oleh kurva hubungan antara Gaya Geser dan Momen Lengkung yang terjadi dengan jumlah siklus kejadiannya. Gaya Geser Vertikal ekstrem yang terjadi sekali selama waktu operasionalnya diperoleh sebesar 1650.76 kN, sedangkan Momen Lengkung ekstrem sebesar 48.551 MN.m.
2. Distribusi tegangan kurun waktu panjang direpresentasikan oleh kurva hubungan antara rentang tegangan dengan jumlah siklus kejadiannya. Rentang tegangan ekstrem yang terjadi pada struktur kritis FSO Arco Ardjuna kode CL-1 sampai dengan struktur kritis kode CL-9 secara berturut-turut adalah sebesar 45,84 MPa, 54,19 MPa, 45,66 MPa, 47,48 MPa, 49,74 MPa, 44,05 MPa, 50,33 MPa, 62.29 MPa dan 42,52 MPa.
3. Umur kelelahan pada struktur kritis FSO Arco Ardjuna kode CL-1 sampai dengan struktur kritis kode CL-9 secara berturut-turut adalah sebesar 205,28 tahun, 124,25 tahun, 207,72 tahun, 184,67 tahun, 160,63 tahun, 231,26 tahun, 155,09 tahun, 71,02 tahun dan 257,18 tahun. Hal ini memberikan informasi bahwa semua lokasi tinjauan sambungan kritis memiliki umur kelelahan melebihi umur perancangan 25 tahun.
4. Prosedur analisa kelelahan dengan menggunakan metode spektral diawali dengan analisa beban gelombang yang dipertimbangkan sebagai beban yang paling dominan. Dengan menambahkan beban-beban lain yaitu beban struktur, beban hidrostatik eksternal air laut dan beban hidrostatik internal dari muatan minyak, kemudian dilakukan analisa struktur untuk memperoleh tegangan yang terjadi. Selanjutnya analisa tegangan kurun waktu pendek dan kurun waktu panjang dilakukan serta penerapan teori komulatif Palmgren-Miner untuk menghasilkan umur kelelahan struktur kritis.

10.2. Saran

Untuk tujuan perbaikan dan pengembangan pada penelitian selanjutnya khususnya mengenai analisa kelelahan dengan metode spektral, ada beberapa hal yang perlu diakomodir yang merupakan kaidah-kaidah dalam aturan klasifikasi namun belum dipertimbangkan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Jumlah variasi kondisi muatan FSO agar dipertimbangkan adalah minimal 4 (empat) variasi, yaitu kondisi muatan penuh (*full load*), kondisi antara-1 (*intermediate-1*), kondisi antara-2 (*intermediate-2*) dan kondisi muatan kosong (*full ballast*). Pada perhitungan indeks kelelahan, variasi kondisi muatan tersebut memiliki prosentase atau porsi masing-masing sesuai dengan kondisi riil operasionalnya.
2. Variasi sudut (arah) datang gelombang agar dipertimbangkan lebih bervariasi sesuai dengan ketentuan klasifikasi dengan interval 30° .
3. Lokasi kritis yang dijadikan obyek penelitian akan lebih baik jika ditambahkan pada lokasi-lokasi lain agar benar-benar dapat merepresentasikan umur kelelahan dari keseluruhan konstruksi lambung FSO Arco Ardjuna.
4. Input beban yang diaplikasikan dalam analisa struktur dapat dikembangkan dengan mengakomodir gaya geser dan momen lengkung sebagai akibat dari 6 (enam) macam respon gerakan.
5. Penerapan *net scantling approach* yaitu penggunaan dimensi ketebalan struktur yang telah dikurangi dengan faktor korosi, akan dapat meningkatkan akurasi hasil analisa.

ARCO ARDJUNA SPEC

ARCO ARDJUNA	
Call Sign	PNIT
IMO No	8765606
Official Number	2011 Pst No. 6763/L
Nationality	Indonesia
Port of Registry	Jakarta
Class	BKI A1 Oil Storage Barge Service
Owner	BPMIGAS
Ship Builder	Mitsubishi Heavy Industries, Nagasaki, Japan, 1972
LOA	142.6 m
LBP	142.6 m
Breadth	48.2 m
Depth	26.5 m
DWT	135.498
Gross Tonnage	54,236.00
Light Ship	15,529.00 Tonnes
Light Draft	2.52 m
Summer Draft	19.682 m
Free Board	6.87 m
Tank Capacity	1,022,000.00 Barrels
Number of Tanks	9 Crude Oil Tanks
Tank Monitoring	"Saab" Radar System (Working OK)
Meters	4 x PD Meters, "AO Smith" Model M16-S1, Size 16", Capacity 12,500 bph
Cargo Oil Pump	3 x 1,500 PS "Daihatsu" Diesel Engine Vertical Centrifugal "Bingham" 18 x 30 VTX, 3 Stages, 1200 RPM, Capacity 9,800 GPM (2,125 m ³ / h). at 436 feet total head.
Stripping Pump	By Using Cargo Pump
Recirculation Pump	By Using Cargo Pump
Eductor	None
Crude Oil Washing	None
Oil Water Separator	None
Inert Gas System	1 x "Permea" 6,000 m ³ / h

ARCO ARDJUNA	
Generator Sets	* 2 x "Daihatsu" 1,000 PS, with 688 kVA, 450 V, 720 RPM Alternator. * No Emergency Generator.
Cranes	* 1 x "Roto" Model 30 Hydraulic Crane, 70 feet Boom, Diesel Driven, Located at Port Side. Last Test Capacity 21.9 Tons. * 1 x "Hercules" Model 136 Hydraulic Crane, 70 feet Boom, Diesel Driven, Located at Stern Side. Last Test Capacity 9.2 Tons.
Anchor	1 x 15 Tons, Located Aft, Steam Driven Anchor Winch.
Deck Winches	* 1 x Mooring Winch, Hydraulic, at Forward Port Side. * 1 x Deck Winch, Hydraulic, at Forward Starboard Side. * 2 x Deck Winches, Hydraulic, at Stern Port and Starboard Sides.
Mooring Lines	• 2 x 21" Braid Lines, with 4" Anti Chafe Chain, connected to Smit's Brackets.
Boiler	1 x Cylindrical Boiler, using HSD as Fuel.
Water Maker	2 x "Chemitreat" Reverse Osmosis, Capacity 86 Tons / day / unit.
Stern Thruster	None
Cathodic Protection	Sacrificial Anodes
Escape Vessel	2 x "Beihai" 54-Person Capacity Totally Enclosed Life Boat.
Air Compressors	* 2 x General Service Air Compressors,

	200 m ³ / h at 8 kg / cm ² . * 1 x Starting Air Compressor, Electric Driven, 25 kg / cm ² . * 1 x Starting Air Compressor, Diesel Driven, 25 kg / cm ² .
--	--

ARCO ARDJUNA	
Main Fire Pump	Vertical Centrifugal, Coupled to Hydraulic Motor, 340 m ³ / h, 110 m Total Head, Driven by 170 kW Electric Motor.
Emergency Fire Pump	Vertical Centrifugal, Coupled to Hydraulic Motor, 340 m ³ / h, 110 m Total Head, Driven by "Caterpillar" 3306 Diesel Engine.
Fire Fighting	Froth System
HSD Consumption (August 2002)	67.91 kL
Room Capacity	* 4 x 1 Person * 17 x 2 Persons * 2 x 3 Persons * 2 x 4 Persons * 1 x 6 Persons * Total Capacity = 58 Persons

[illegible]

2ND FLOOR PLAN

The 2nd floor plan shows a large central area with a 'DOUBLE DOOR' at the top. The plan includes several rooms labeled 'CASH', 'OFFICE', 'OFFER'S REC.', 'OFFER'S LUN', and 'OFFER'S REC.'. There are also 'DOUBLE DOOR' labels on the right side. The plan is oriented with a vertical dashed line labeled '25' on the left and '26' on the right. The plan is oriented with a vertical dashed line labeled '25' on the left and '26' on the right.

[illegible][illegible]

TABLE 1
SHIP LONG DIMENSIONS (M) - (1:100)
1. No. ACTUAL SCANTLINES
1 30
2 20
3 10
4 5
5 2
6 1
7 1
8 1
9 1
10 1
11 1
12 1
13 1
14 1
15 1
16 1
17 1
18 1
19 1
20 1
21 1
22 1
23 1
24 1
25 1
26 1
27 1
28 1
29 1
30 1
31 1
32 1
33 1
34 1
35 1
36 1
37 1
38 1
39 1
40 1
41 1
42 1
43 1
44 1
45 1
46 1
47 1
48 1
49 1
50 1
51 1
52 1
53 1
54 1
55 1
56 1
57 1
58 1
59 1
60 1
61 1
62 1
63 1
64 1
65 1
66 1
67 1
68 1
69 1
70 1
71 1
72 1
73 1
74 1
75 1
76 1
77 1
78 1
79 1
80 1
81 1
82 1
83 1
84 1
85 1
86 1
87 1
88 1
89 1
90 1
91 1
92 1
93 1
94 1
95 1
96 1
97 1
98 1
99 1
100 1

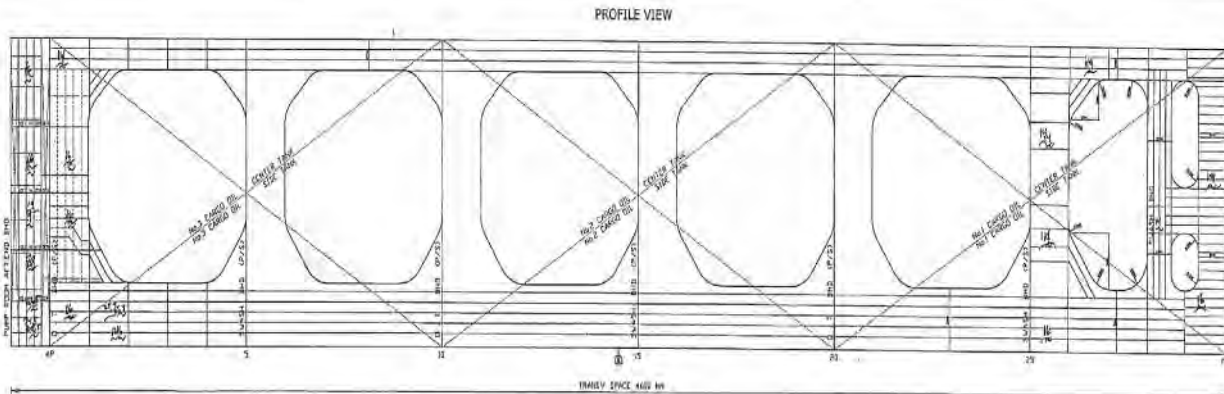


TABLE 2
SHIP LONG DIMENSIONS (M) - (1:100)
1. No. ACTUAL SCANTLINES
1 30
2 20
3 10
4 5
5 2
6 1
7 1
8 1
9 1
10 1
11 1
12 1
13 1
14 1
15 1
16 1
17 1
18 1
19 1
20 1
21 1
22 1
23 1
24 1
25 1
26 1
27 1
28 1
29 1
30 1
31 1
32 1
33 1
34 1
35 1
36 1
37 1
38 1
39 1
40 1
41 1
42 1
43 1
44 1
45 1
46 1
47 1
48 1
49 1
50 1
51 1
52 1
53 1
54 1
55 1
56 1
57 1
58 1
59 1
60 1
61 1
62 1
63 1
64 1
65 1
66 1
67 1
68 1
69 1
70 1
71 1
72 1
73 1
74 1
75 1
76 1
77 1
78 1
79 1
80 1
81 1
82 1
83 1
84 1
85 1
86 1
87 1
88 1
89 1
90 1
91 1
92 1
93 1
94 1
95 1
96 1
97 1
98 1
99 1
100 1

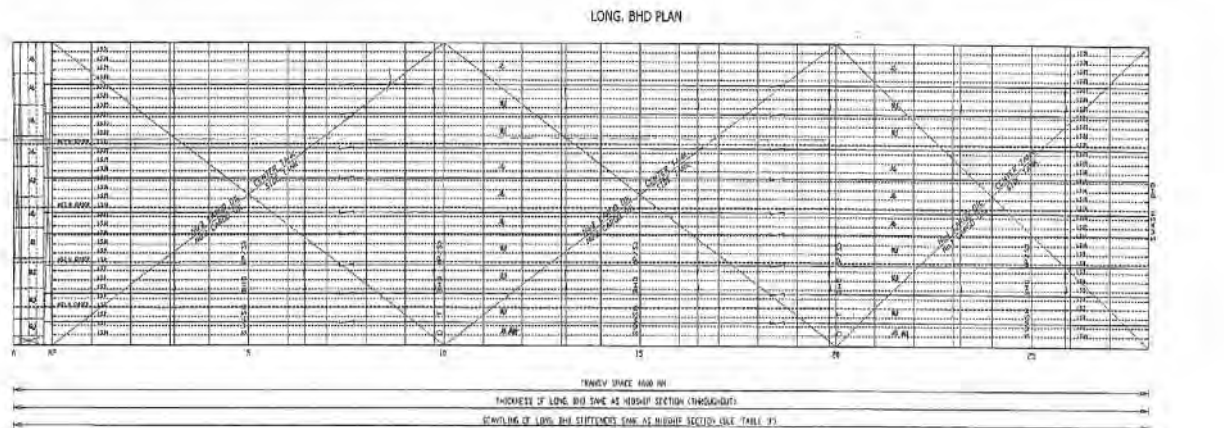


TABLE 3
SHIP LONG DIMENSIONS (M) - (1:100)
1. No. ACTUAL SCANTLINES
1 30
2 20
3 10
4 5
5 2
6 1
7 1
8 1
9 1
10 1
11 1
12 1
13 1
14 1
15 1
16 1
17 1
18 1
19 1
20 1
21 1
22 1
23 1
24 1
25 1
26 1
27 1
28 1
29 1
30 1
31 1
32 1
33 1
34 1
35 1
36 1
37 1
38 1
39 1
40 1
41 1
42 1
43 1
44 1
45 1
46 1
47 1
48 1
49 1
50 1
51 1
52 1
53 1
54 1
55 1
56 1
57 1
58 1
59 1
60 1
61 1
62 1
63 1
64 1
65 1
66 1
67 1
68 1
69 1
70 1
71 1
72 1
73 1
74 1
75 1
76 1
77 1
78 1
79 1
80 1
81 1
82 1
83 1
84 1
85 1
86 1
87 1
88 1
89 1
90 1
91 1
92 1
93 1
94 1
95 1
96 1
97 1
98 1
99 1
100 1

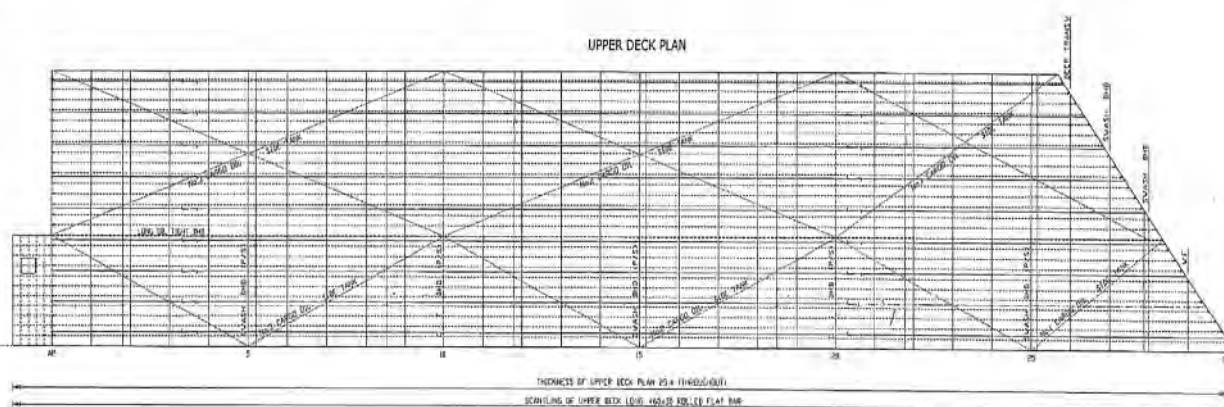
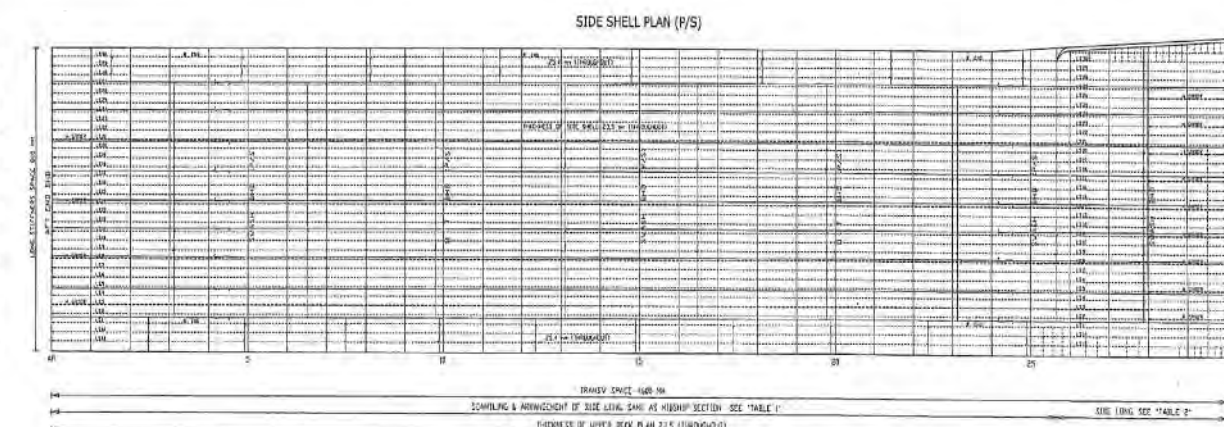
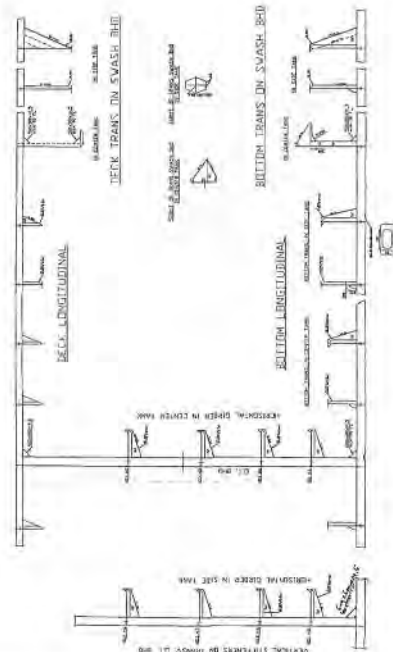
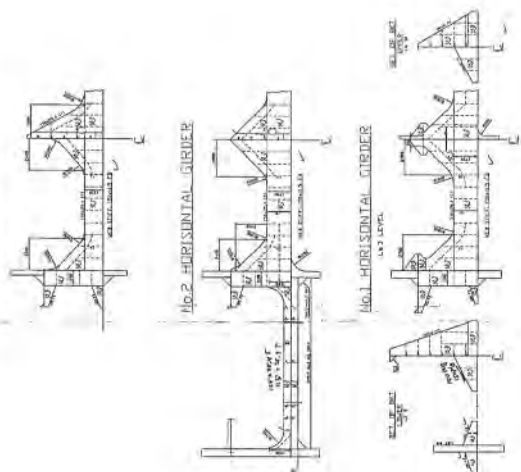
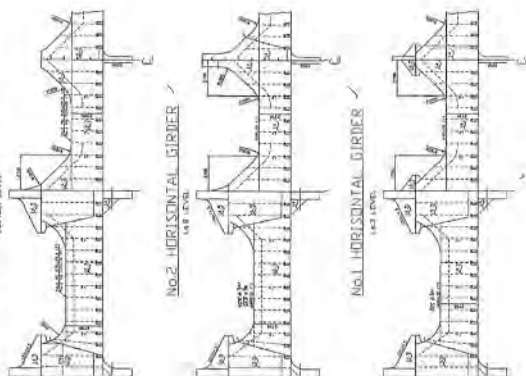
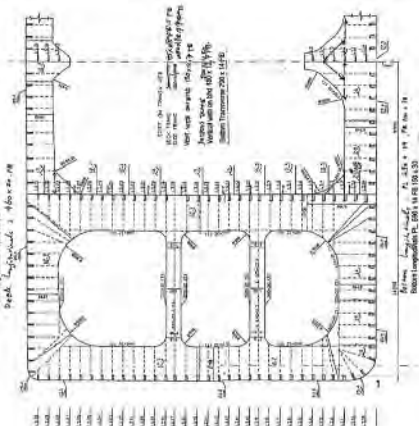


TABLE 4
SHIP LONG DIMENSIONS (M) - (1:100)
1. No. ACTUAL SCANTLINES
1 30
2 20
3 10
4 5
5 2
6 1
7 1
8 1
9 1
10 1
11 1
12 1
13 1
14 1
15 1
16 1
17 1
18 1
19 1
20 1
21 1
22 1
23 1
24 1
25 1
26 1
27 1
28 1
29 1
30 1
31 1
32 1
33 1
34 1
35 1
36 1
37 1
38 1
39 1
40 1
41 1
42 1
43 1
44 1
45 1
46 1
47 1
48 1
49 1
50 1
51 1
52 1
53 1
54 1
55 1
56 1
57 1
58 1
59 1
60 1
61 1
62 1
63 1
64 1
65 1
66 1
67 1
68 1
69 1
70 1
71 1
72 1
73 1
74 1
75 1
76 1
77 1
78 1
79 1
80 1
81 1
82 1
83 1
84 1
85 1
86 1
87 1
88 1
89 1
90 1
91 1
92 1
93 1
94 1
95 1
96 1
97 1
98 1
99 1
100 1



HORIZONTAL GIRDER on SWASH BHD
No.3 HORIZONTAL GIRDER

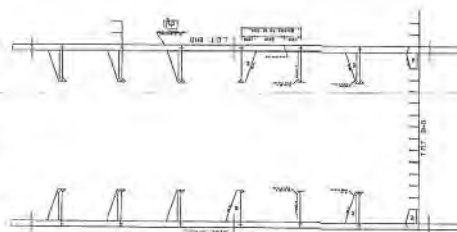
Book length/duration: 150 x 90 cm



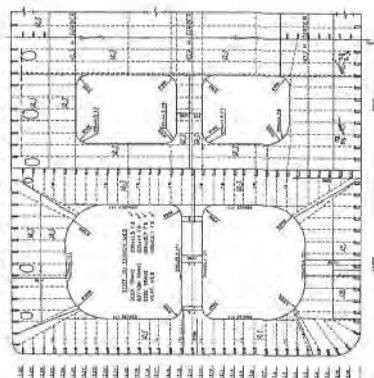
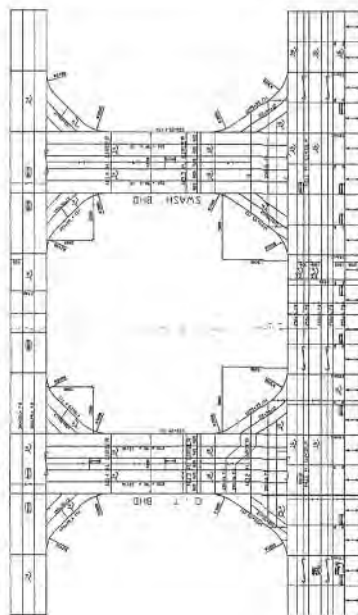
THE HAVES IN SHORT

BOTTOM TRANS ON SWASH BHD

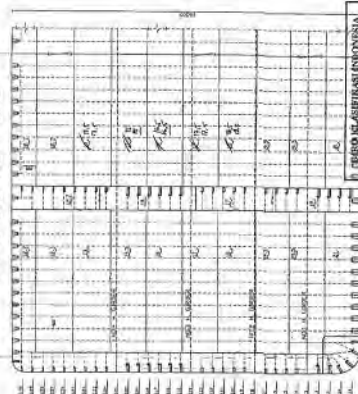
SIDE LONG. & STIFFENERS
ON LONG, BHD



CENTER GIRDER and VERTICAL WEB



TRANS OIL FIGHT BMD



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838
--

ADD REMARKS TO BE OBSERVED

PRINCIPAL DIMENTION

LENGHT (P.P)	142,60 M
LENGHT (L.W.L)	142,60 M
BREADHT (MLD)	48,20 M
DEPHT (MLD)	26,50 M
DRAFT (MLD)	24,00 M

Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1990	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

LINE	QTY	UNIT	PRICE	TOTAL
1	1	EA	100.00	100.00
2	1	EA	100.00	100.00
3	1	EA	100.00	100.00
4	1	EA	100.00	100.00
5	1	EA	100.00	100.00
6	1	EA	100.00	100.00
7	1	EA	100.00	100.00
8	1	EA	100.00	100.00
9	1	EA	100.00	100.00
10	1	EA	100.00	100.00
11	1	EA	100.00	100.00
12	1	EA	100.00	100.00
13	1	EA	100.00	100.00
14	1	EA	100.00	100.00
15	1	EA	100.00	100.00
16	1	EA	100.00	100.00
17	1	EA	100.00	100.00
18	1	EA	100.00	100.00
19	1	EA	100.00	100.00
20	1	EA	100.00	100.00
21	1	EA	100.00	100.00
22	1	EA	100.00	100.00
23	1	EA	100.00	100.00
24	1	EA	100.00	100.00
25	1	EA	100.00	100.00
26	1	EA	100.00	100.00
27	1	EA	100.00	100.00
28	1	EA	100.00	100.00
29	1	EA	100.00	100.00
30	1	EA	100.00	100.00
31	1	EA	100.00	100.00
32	1	EA	100.00	100.00
33	1	EA	100.00	100.00
34	1	EA	100.00	100.00
35	1	EA	100.00	100.00
36	1	EA	100.00	100.00
37	1	EA	100.00	100.00
38	1	EA	100.00	100.00
39	1	EA	100.00	100.00
40	1	EA	100.00	100.00
41	1	EA	100.00	100.00
42	1	EA	100.00	100.00
43	1	EA	100.00	100.00
44	1	EA	100.00	100.00
45	1	EA	100.00	100.00
46	1	EA	100.00	100.00
47	1	EA	100.00	100.00
48	1	EA	100.00	100.00
49	1	EA	100.00	100.00
50	1	EA	100.00	100.00
51	1	EA	100.00	100.00
52	1	EA	100.00	100.00
53	1	EA	100.00	100.00
54	1	EA	100.00	100.00
55	1	EA	100.00	100.00
56	1	EA	100.00	100.00
57	1	EA	100.00	100.00
58	1	EA	100.00	100.00
59	1	EA	100.00	100.00
60	1	EA	100.00	100.00
61	1	EA	100.00	100.00
62	1	EA	100.00	100.00
63	1	EA	100.00	100.00
64	1	EA	100.00	100.00
65	1	EA	100.00	100.00
66	1	EA	100.00	100.00
67	1	EA	100.00	100.00
68	1	EA	100.00	100.00
69	1	EA	100.00	100.00
70	1	EA	100.00	100.00
71	1	EA	100.00	100.00
72	1	EA	100.00	100.00
73	1	EA	100.00	100.00
74	1	EA	100.00	100.00
75	1	EA	100.00	100.00
76	1	EA	100.00	100.00
77	1	EA	100.00	100.00
78	1	EA	100.00	100.00
79	1	EA	100.00	100.00
80	1	EA	100.00	100.00
81	1	EA	100.00	100.00
82	1	EA	100.00	100.00
83	1	EA	100.00	100.00
84	1	EA	100.00	100.00
85	1	EA	100.00	100.00
86	1	EA	100.00	100.00
87	1	EA	100.00	100.00
88	1	EA	100.00	100.00
89	1	EA	100.00	100.00
90	1	EA	100.00	100.00
91	1	EA	100.00	100.00
92	1	EA	100.00	100.00
93	1	EA	100.00	100.00
94	1	EA	100.00	100.00
95	1	EA	100.00	100.00
96	1	EA	100.00	100.00
97	1	EA	100.00	100.00
98	1	EA	100.00	100.00
99	1	EA	100.00	100.00
100	1	EA	100.00	100.00

[illegible]

File .DAT : GEOMETRY MODEL OF FSO ARCO ARDJUNA

```
$
$***** define body
$
&describe body FSO
$
$***** define hull
$
pgen -desc 'Exterior of FSO' -cs_curr 1 1 1 -cs_wind 1 1 1 -DIFTYP 3DDIF
  PLANE 0 4.6 9.2 13.8 18.4 23 27.6 32.2 36.8 41.4 46 50.6 55.2 59.8 64.4 69 \
        73.6 78.2 82.8 87.4 92 96.6 101.2 105.8 110.4 115 119.6 -CART 0,0 \
        24.1,0.2 24.1,2.5 24.1,26.5 0,26.5
  PLANE 124.2 -CART 0,0 18.45,0.2 18.45,2.5 18.45,26.5
  PLANE 128.8 -CART 0,0 12.8,0.2 12.8,2.5 12.8,26.5
  PLANE 133.4 -CART 0,0 7.15,0.2 7.15,2.5 7.15,26.5
  PLANE 138 -CART 0,0 1.5,0.2 1.5,2.5 1.5,26.5
END PGEN
$
$=====
$
$ EQUIPMENT DESCRIPTION
$
$=====
$
&DESCRIBE PART IGS_UNIT
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P1 23.667 -10.7 27
#WEIGHT 8.28 0 0 0 -Ldist 19.696 27.658
$
&DESCRIBE PART METERING_UNIT
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P2 85.825 -9.246 27.5
#WEIGHT *P2 4.93 0 0 0 -Ldist 80.57 91.086
$
&DESCRIBE PART PROVING_UNIT
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P3 86.3 -10.629 27
#WEIGHT *P3 4.88 0 0 0 -Ldist 92 109.272
$
&DESCRIBE PART LIFE_BOAT_1
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P4 100.585 22.6 29.74
#WEIGHT *P4 4.12 0 0 0 -Ldist 82.3 90.3
$
&DESCRIBE PART LIFE_BOAT_2
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P5 105.8 -22.6 29.74
#WEIGHT *P5 4.12 0 0 0 -Ldist 100.5 110.2
$
&DESCRIBE PART LIFE_BOAT_2
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P6 105.8 -22.6 29.74
#WEIGHT *P6 4.12 0 0 0 -Ldist 100.5 110.2
$
&DESCRIBE PART CRANE_30T
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P7 83.1 -22.5 31.645
#WEIGHT *P7 7.5 0 0 0 -Ldist 82.8 87.4
$
&DESCRIBE PART CRANE_15T
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P8 115 23.776 31.32
#WEIGHT *P8 16.466 0 0 0 -Ldist 0 5
$
&DESCRIBE PART A_FRAME
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P9 2.3 -9.9 31.645
#WEIGHT *P9 16.25 0 0 0 -Ldist 111.7 117.7
$
&DESCRIBE PART ROPE_STORE
&DIMEN -DIMEN METERS M-TONS
*P10 23.677 8.65 27.5
#WEIGHT *P10 8.28 0 0 0 -Ldist 19.27 36.8
$
```

[illegible]

[illegible]

File .cif : Command untuk ANALISA HIDRODINAMIS
Frame - 5

```
$
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$
$                Response Amplitude Operators
$
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$
$*****
$                                basic stuff
$
&dimen -dimen METERS M-TONS
&devi -cecho yes -oecho NO -PRIMA DEV -auxin FSO.dat
&TITLE - Response Amplitude Operators
$
$*****
$                                read model
$
inmodel
$
$*****
$    PLOT MODEL
$*****
&pltmodel vessel
    &SUBTI Isometric view
    pic iso
end
&pltm Comp
    &SUBTI Isometric view
    pic iso
end
$
$*****
$                                set system
$
&instate -condition 24
&weight -compute 13.44 13.92 40.62 48.64
$
&equi -default
&status B_W
$
$*****
$    HYDROSTATIC MENU
$*****
$
HYDRODYNAMICS
$
$*****
$                                stability trans.
$
    g_press -heading 0 30 60 90 120 150 180
end
$
$*****
$                                frequency response
$
freq_resp
$
$*****
$                                response
$
    rao -period 3.06      3.14  3.22  3.31  3.4  \
                3.5   3.6   3.7   3.8   3.93  \
                4.05  4.2   4.33  4.5   4.65  \
                4.83  5.02  5.23  5.46  5.71  \
                6     6.28  6.61  6.98  7.39  \
                7.85  8.37  8.97  9.66  10.47 \
                11.42 12.56 13.96 15.70 17.94 \
                20.93 25.12
$
$
$*****
$                                std post processing
$
    fr_point 23 0 13.44
    report
end
$
$
$*****
$                                environment
$
&set gma      = 2.5    $gamma
$
```

```

&env sea_1 -depth 90 -sea jonswap 0 %gma%
&env sea_2 -depth 90 -sea jonswap 30 %gma%
&env sea_3 -depth 90 -sea jonswap 60 %gma%
&env sea_4 -depth 90 -sea jonswap 90 %gma%
&env sea_5 -depth 90 -sea jonswap 150 %gma%
&env sea_6 -depth 90 -sea jonswap 180 %gma%
$
$***** force statistics
$
    fr_fcargo 153202      13.92 40.62 48.64
    report
end
    st_fcargo sea_1 -nperiod 0.5 33
    report
end
    st_fcargo sea_2 -nperiod 0.5 33
    report
end
    st_fcargo sea_3 -nperiod 0.5 33
    report
end
    st_fcargo sea_4 -nperiod 0.5 33
    report
end
    st_fcargo sea_5 -nperiod 0.5 33
    report
end
    st_fcargo sea_6 -nperiod 0.5 33
    report
end
end
$
$***** all done
$
&FINISH

```

File .cif : Command untuk ANALISA HIDRODINAMIS
Frame - 25

```
$
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$
$               Response Amplitude Operators
$
$@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
$
$*****
$                               basic stuff
$
&dimen -dimen METERS M-TONS
&devi -cecho yes -oecho NO -PRIMA DEV -auxin FSO.dat
&TITLE - Response Amplitude Operators
$
$*****
$                               read model
$
inmodel
$
$*****
$   PLOT MODEL
$*****
&pltmodel vessel
    &SUBTI Isometric view
    pic iso
end
&pltm Comp
    &SUBTI Isometric view
    pic iso
end
$
$*****
$                               set system
$
&instate -condition 24
&weight -compute 13.44 13.92 40.62 48.64
$
&equi -default
&status B_W
$
$*****
$   HYDROSTATIC MENU
$*****
$
HYDRODYNAMICS
$
$*****
$                               stability trans.
$
    g_press -heading 0 30 60 90 120 150 180
end
$
$*****
$                               frequency response
$
freq_resp
$
$*****
$                               response
$
    rao -period 3.06      3.14  3.22  3.31  3.4  \
                3.5   3.6   3.7   3.8   3.93  \
                4.05  4.2   4.33  4.5   4.65  \
                4.83  5.02  5.23  5.46  5.71  \
                6     6.28  6.61  6.98  7.39  \
                7.85  8.37  8.97  9.66  10.47 \
                11.42 12.56 13.96 15.70 17.94 \
                20.93 25.12
$
$*****
$                               std post processing
$
    fr_point 115 0 13.44
    report
end
$
$
$*****
$                               environment
$
&set gma      = 2.5    $gamma
$
&env sea_1 -depth 90 -sea jonswap 0 %gma%
```

```

&env sea_2 -depth 90 -sea jonswap 30 %gma%
&env sea_3 -depth 90 -sea jonswap 60 %gma%
&env sea_4 -depth 90 -sea jonswap 90 %gma%
&env sea_5 -depth 90 -sea jonswap 150 %gma%
&env sea_6 -depth 90 -sea jonswap 180 %gma%
$
$***** force statistics
$
  fr_fcargo 153202      13.92 40.62 48.64
  report
end
  st_fcargo sea_1 -nperiod 0.5 33
  report
end
  st_fcargo sea_2 -nperiod 0.5 33
  report
end
  st_fcargo sea_3 -nperiod 0.5 33
  report
end
  st_fcargo sea_4 -nperiod 0.5 33
  report
end
  st_fcargo sea_5 -nperiod 0.5 33
  report
end
  st_fcargo sea_6 -nperiod 0.5 33
  report
end
end
$
$***** all done
$
&FINISH

```

Frame - 5

ser614

Rev 7.00.018

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

of Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/	-----/
0.2501	25.12	0.898	114	0.000	0	1.048	7	0.000	0	0.387	-66	0.000	0
0.3002	20.93	0.823	124	0.000	0	1.126	10	0.000	0	0.580	-55	0.000	0
0.3502	17.94	0.754	135	0.000	0	1.300	11	0.001	-113	0.899	-45	0.000	0
0.4002	15.70	0.657	146	0.000	0	1.626	4	0.002	-108	1.467	-41	0.000	0
0.4501	13.96	0.454	153	0.000	0	1.799	-25	0.006	-140	2.116	-63	0.000	0
0.5003	12.56	0.210	-164	0.000	0	1.088	-66	0.011	137	1.568	-99	0.000	0
0.5502	11.42	0.170	-120	0.000	0	0.467	-82	0.004	81	0.725	-109	0.000	0
0.6001	10.47	0.101	-71	0.000	0	0.198	-80	0.002	100	0.334	-92	0.000	0
0.6504	9.66	0.087	11	0.000	0	0.076	-68	0.001	139	0.143	-65	0.000	0
0.7005	8.97	0.126	61	0.000	0	0.022	-48	0.000	0	0.053	-21	0.000	0
0.7507	8.37	0.124	96	0.000	0	0.001	144	0.000	0	0.019	54	0.000	0
0.8004	7.85	0.092	131	0.000	0	0.011	158	0.000	0	0.015	137	0.000	0
0.8502	7.39	0.051	179	0.000	0	0.014	146	0.000	0	0.012	180	0.000	0
0.9002	6.98	0.030	-93	0.000	0	0.011	115	0.000	0	0.003	136	0.000	0
0.9506	6.61	0.023	9	0.000	0	0.008	108	0.000	0	0.007	74	0.000	0
1.0005	6.28	0.018	64	0.000	0	0.007	106	0.000	0	0.006	97	0.000	0
1.0472	6.00	0.028	131	0.000	0	0.006	104	0.000	0	0.006	136	0.000	0
1.1004	5.71	0.008	153	0.000	0	0.005	99	0.000	0	0.003	102	0.000	0
1.1508	5.46	0.006	-94	0.000	0	0.004	94	0.000	0	0.003	58	0.000	0
1.2014	5.23	0.006	161	0.000	0	0.004	95	0.000	0	0.002	86	0.000	0
1.2516	5.02	0.013	138	0.000	0	0.003	95	0.000	0	0.002	120	0.000	0
1.3009	4.83	0.011	132	0.000	0	0.003	95	0.000	0	0.002	115	0.000	0
1.3512	4.65	0.009	122	0.000	0	0.002	96	0.000	0	0.002	107	0.000	0
1.3963	4.50	0.007	111	0.000	0	0.002	97	0.000	0	0.002	102	0.000	0
1.4511	4.33	0.006	113	0.000	0	0.002	96	0.000	0	0.002	100	0.000	0

1.4960 4.20 0.005 115 0.000 0 0.001 94 0.000 0 0.001 99 0.000 0
1.5514 4.05 0.004 118 0.000 0 0.001 92 0.000 0 0.001 97 0.000 0
1.5988 3.93 0.004 119 0.000 0 0.001 91 0.000 0 0.001 96 0.000 0
1.6535 3.80 0.003 118 0.000 0 0.001 91 0.000 0 0.001 95 0.000 0
1.6982 3.70 0.003 118 0.000 0 0.001 91 0.000 0 0.001 95 0.000 0
1.7453 3.60 0.002 118 0.000 0 0.001 90 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.7952 3.50 0.002 117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8480 3.40 0.001 116 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8982 3.31 0.001 115 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.9513 3.22 0.001 113 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0010 3.14 0.001 111 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0533 3.06 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 30.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

Of Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/	/-----/
0.2501	25.12	0.785	111	0.466	103	1.043	6	0.130	108	0.336	-69	0.107	-153
0.3002	20.93	0.728	120	0.443	108	1.114	8	0.189	117	0.506	-59	0.147	-144
0.3502	17.94	0.676	129	0.416	112	1.276	9	0.274	125	0.786	-51	0.184	-137
0.4002	15.70	0.605	139	0.386	119	1.591	1	0.389	129	1.309	-49	0.224	-126
0.4501	13.96	0.439	144	0.353	126	1.740	-28	0.524	127	1.944	-72	0.260	-113
0.5003	12.56	0.235	-178	0.314	132	1.056	-68	0.699	90	1.469	-111	0.284	-98
0.5502	11.42	0.215	-143	0.274	141	0.471	-82	0.361	38	0.690	-122	0.287	-81
0.6001	10.47	0.154	-116	0.240	150	0.216	-79	0.126	35	0.343	-107	0.273	-64
0.6504	9.66	0.085	-74	0.203	156	0.097	-68	0.038	40	0.172	-83	0.236	-46
0.7005	8.97	0.060	-1	0.164	162	0.040	-49	0.003	-6	0.082	-51	0.186	-27
0.7507	8.37	0.070	60	0.124	165	0.013	-34	0.009	-96	0.032	-11	0.124	-9
0.8004	7.85	0.074	101	0.089	168	0.003	-133	0.008	-94	0.008	64	0.066	4
0.8502	7.39	0.064	139	0.062	168	0.012	-170	0.005	-107	0.015	178	0.024	-5
0.9002	6.98	0.051	-173	0.042	167	0.018	174	0.004	-141	0.024	-167	0.024	-65
0.9506	6.61	0.026	-131	0.031	164	0.016	149	0.004	-140	0.009	175	0.033	-47
1.0005	6.28	0.011	-125	0.023	165	0.014	132	0.003	-138	0.008	123	0.026	-27


```

***** Page 5 ***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 ***** Ser614
**
** *** MOSES *** **
** ----- **
**
** - Response Amplitude Operators
**   Isometric View
**
** Draft = 24.0 Meters
** Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
** Heading = 90.00 Deg.
**
** Trim Angle = 0.00 Deg.
** Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters
** Forward Speed = 0.00 Knots
**
** GMT = 6.41 Meters
** Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
** Linearization Based on 1/ 20
**
** 27 March, 2015
**
**

```

of Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

[illegible]

-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	ser614
0.2501	25.12	0.007	-179	0.939	91	1.026	0	0.263	87	0.001	170	-88
0.3002	20.93	0.009	-177	0.897	91	1.081	0	0.394	87	0.003	168	-88
0.3502	17.94	0.011	-173	0.844	90	1.192	-2	0.589	86	0.005	155	-87
0.4002	15.70	0.015	-167	0.786	90	1.426	-10	0.896	79	0.006	131	-84
0.4501	13.96	0.021	-162	0.718	90	1.650	-35	1.398	57	0.014	-178	-82
0.5003	12.56	0.033	-174	0.624	92	1.314	-74	1.742	11	0.029	93	-65
0.5502	11.42	0.035	170	0.547	96	0.713	-103	1.229	-43	0.023	32	0
0.6001	10.47	0.033	165	0.487	99	0.358	-116	0.578	-67	0.014	11	9
0.6504	9.66	0.031	168	0.422	103	0.177	-118	0.300	-68	0.009	12	11
0.7005	8.97	0.032	171	0.362	107	0.081	-117	0.165	-66	0.007	22	13
0.7507	8.37	0.032	173	0.301	112	0.016	-121	0.085	-63	0.007	33	25
0.8004	7.85	0.033	176	0.245	117	0.048	42	0.037	-58	0.008	28	40
0.8502	7.39	0.034	176	0.197	124	0.089	19	0.005	-52	0.008	9	48
0.9002	6.98	0.032	165	0.157	132	0.066	-25	0.018	129	0.006	-29	49
0.9506	6.61	0.029	168	0.115	136	0.039	-23	0.037	132	0.003	-16	57
1.0005	6.28	0.024	168	0.066	140	0.023	-21	0.054	128	0.001	-11	71
1.0472	6.00	0.020	167	0.026	163	0.012	-18	0.064	124	0.000	0	83
1.1004	5.71	0.017	171	0.040	-111	0.005	-19	0.057	105	0.000	0	81
1.1508	5.46	0.015	174	0.062	-98	0.001	-167	0.050	94	0.001	176	81
1.2014	5.23	0.013	177	0.057	-98	0.006	-168	0.033	90	0.001	175	82
1.2516	5.02	0.011	180	0.053	-99	0.010	-168	0.019	83	0.001	174	84
1.3009	4.83	0.009	180	0.040	-97	0.011	-173	0.012	81	0.001	173	85
1.3512	4.65	0.007	180	0.027	-93	0.012	-177	0.006	82	0.001	172	88
1.3963	4.50	0.005	180	0.017	-85	0.013	179	0.001	96	0.001	172	95
1.4511	4.33	0.004	179	0.006	-83	0.009	179	0.001	-85	0.001	172	97
1.4960	4.20	0.003	179	0.002	83	0.006	178	0.002	-85	0.000	0	0
1.5514	4.05	0.002	177	0.011	89	0.003	178	0.003	-86	0.000	0	-94
1.5988	3.93	0.001	176	0.012	89	0.002	177	0.003	-86	0.000	0	-92
1.6535	3.80	0.001	176	0.010	89	0.002	177	0.003	-86	0.000	0	-92
1.6982	3.70	0.001	177	0.008	89	0.002	177	0.002	-86	0.000	0	-92
1.7453	3.60	0.001	177	0.007	89	0.001	177	0.002	-86	0.000	0	-92
1.7952	3.50	0.001	177	0.005	89	0.001	178	0.002	-86	0.000	0	0
1.8480	3.40	0.001	177	0.004	89	0.001	178	0.001	-86	0.000	0	0
1.8982	3.31	0.000	0	0.003	89	0.001	178	0.001	-86	0.000	0	0
1.9513	3.22	0.000	0	0.001	89	0.001	179	0.001	-86	0.000	0	0
2.0010	3.14	0.000	0	0.001	88	0.001	179	0.000	0	0.000	0	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.001	180	0.000	0	0.000	0	0

***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****

*** MOSES ***

27 March, 2015

*** Response Amplitude Operators

Isometric View

Draft = 24.0 Meters

Roll Gy. Radius = 13.9 Meters

Heading = 120.00 Deg.

Trim Angle = 0.00 Deg.

Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters

Forward Speed = 0.00 Knots

GMT = 6.41 Meters

Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters

Linearization Based on 1/ 20

=====

Of Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.
0.2501	25.12	0.461	-100	0.815	85	1.032	-4	0.227	76	0.195	77	0.110	-22
0.3002	20.93	0.437	-106	0.779	81	1.095	-6	0.336	71	0.295	71	0.153	-25
0.3502	17.94	0.415	-113	0.734	78	1.216	-9	0.498	64	0.461	64	0.190	-29
0.4002	15.70	0.392	-122	0.687	74	1.488	-18	0.747	51	0.782	48	0.234	-36
0.4501	13.96	0.313	-138	0.634	70	1.905	-48	1.090	23	1.232	2	0.275	-44
0.5003	12.56	0.209	-129	0.563	66	1.524	-101	1.343	-32	0.914	-58	0.307	-52
0.5502	11.42	0.219	-124	0.513	62	0.759	-139	0.937	-103	0.453	-93	0.325	-63
0.6001	10.47	0.217	-131	0.458	56	0.353	-153	0.395	-133	0.251	-105	0.321	-75
0.6504	9.66	0.201	-141	0.381	48	0.179	-155	0.183	-145	0.157	-113	0.294	-86
0.7005	8.97	0.172	-153	0.299	42	0.093	-155	0.082	-153	0.097	-123	0.258	-97
0.7507	8.37	0.135	-163	0.227	38	0.039	-146	0.033	-146	0.049	-136	0.216	-107
0.8004	7.85	0.104	-172	0.172	35	0.030	-90	0.011	-132	0.010	-152	0.174	-117
0.8502	7.39	0.074	177	0.124	31	0.045	-84	0.007	-67	0.025	-10	0.131	-127
0.9002	6.98	0.039	173	0.082	28	0.035	-82	0.009	-46	0.064	-44	0.091	-137
0.9506	6.61	0.038	-163	0.053	28	0.020	-103	0.008	-47	0.032	-84	0.059	-145
1.0005	6.28	0.033	-163	0.031	29	0.013	-113	0.006	-53	0.019	-110	0.032	-154
1.0472	6.00	0.027	-173	0.015	31	0.008	-113	0.003	-65	0.008	-135	0.011	-176
1.1004	5.71	0.018	-173	0.006	76	0.005	-104	0.003	24	0.003	-122	0.008	-71
1.1508	5.46	0.012	-172	0.007	142	0.003	-88	0.004	46	0.001	-54	0.014	-49
1.2014	5.23	0.009	-158	0.007	156	0.002	-85	0.003	7	0.002	-61	0.004	-61
1.2516	5.02	0.008	-139	0.008	168	0.001	-80	0.004	-30	0.002	-64	0.005	152
1.3009	4.83	0.007	-146	0.007	171	0.000	0	0.003	-32	0.001	-69	0.002	94
1.3512	4.65	0.007	-156	0.006	174	0.000	0	0.001	-32	0.001	124	0.005	20
1.3963	4.50	0.007	-164	0.005	178	0.001	47	0.000	0	0.002	119	0.008	8
1.4511	4.33	0.005	-155	0.003	178	0.000	0	0.000	0	0.001	122	0.005	13
1.4960	4.20	0.004	-144	0.002	179	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.003	22
1.5514	4.05	0.003	-123	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-69	0.001	82
1.5988	3.93	0.002	-114	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-67	0.001	122
1.6535	3.80	0.002	-114	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-68	0.001	122
1.6982	3.70	0.002	-115	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	121
1.7453	3.60	0.002	-115	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	119
1.7952	3.50	0.001	-116	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8480	3.40	0.001	-117	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8982	3.31	0.001	-118	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9513	3.22	0.001	-119	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0010	3.14	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* Heading = 150.00 Deg.
* Trim Angle = 0.00 Deg.
* Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters
* Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Linearization Based on 1/ 20
* GMT = 6.41 Meters

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

Of Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----	-----/-----
0.2501	25.12	0.785	-109	0.471	80	1.043	-7	0.130	68	0.335	68	0.109	-27
0.3002	20.93	0.729	-118	0.449	74	1.118	-11	0.189	59	0.502	58	0.150	-36
0.3502	17.94	0.674	-129	0.424	68	1.257	-16	0.275	49	0.777	46	0.185	-45
0.4002	15.70	0.599	-143	0.397	61	1.569	-29	0.387	30	1.262	23	0.224	-57
0.4501	13.96	0.428	-162	0.368	54	1.986	-67	0.547	1	1.818	-28	0.256	-71
0.5003	12.56	0.249	-152	0.328	45	1.482	-127	0.745	-64	1.338	-97	0.277	-87
0.5502	11.42	0.239	-150	0.293	35	0.655	-169	0.370	-148	0.614	-141	0.279	-105
0.6001	10.47	0.191	-157	0.245	20	0.286	175	0.129	172	0.302	-163	0.259	-125
0.6504	9.66	0.137	-158	0.178	7	0.139	170	0.038	144	0.152	-178	0.217	-146
0.7005	8.97	0.104	-151	0.120	0	0.067	167	0.003	52	0.071	167	0.171	-167
0.7507	8.37	0.095	-144	0.082	-2	0.029	172	0.008	-69	0.026	161	0.115	170
0.8004	7.85	0.090	-143	0.054	0	0.011	-160	0.007	-89	0.005	-153	0.063	150
0.8502	7.39	0.084	-147	0.039	10	0.011	-104	0.003	-95	0.011	-97	0.023	145
0.9002	6.98	0.078	-154	0.035	15	0.017	-114	0.002	-1	0.017	-128	0.013	-154
0.9506	6.61	0.058	-176	0.028	14	0.013	-109	0.004	-7	0.004	-127	0.017	-142
1.0005	6.28	0.036	-177	0.021	11	0.010	-102	0.004	-25	0.005	-72	0.017	-150
1.0472	6.00	0.013	-166	0.017	9	0.007	-91	0.003	-53	0.010	-68	0.016	-165
1.0919	5.71	0.019	-167	0.012	6	0.005	-93	0.002	-6	0.005	-86	0.010	-167
1.1508	5.46	0.022	-165	0.008	3	0.004	-94	0.002	42	0.002	-138	0.005	-171
1.2014	5.23	0.014	-153	0.005	9	0.003	-92	0.001	-5	0.002	-102	0.004	173
1.2516	5.02	0.009	-127	0.003	22	0.003	-90	0.002	-45	0.003	-81	0.003	152
1.3009	4.83	0.006	-125	0.002	20	0.002	-88	0.001	-39	0.002	-73	0.002	174
1.3512	4.65	0.004	-126	0.001	11	0.002	-85	0.001	-18	0.002	-62	0.003	-161
1.3963	4.50	0.002	-129	0.001	-6	0.002	-82	0.001	16	0.001	-48	0.003	-145
1.4511	4.33	0.002	-121	0.000	0	0.001	-82	0.000	0	0.001	-46	0.002	-139
1.4960	4.20	0.001	-113	0.000	0	0.001	-82	0.000	0	0.001	-45	0.002	-133
1.5514	4.05	0.001	-101	0.000	0	0.001	-83	0.000	0	0.001	-43	0.001	-122
1.5988	3.93	0.001	-99	0.000	0	0.001	-83	0.000	0	0.001	-43	0.001	-117
1.6535	3.80	0.001	-101	0.000	0	0.001	-83	0.000	0	0.001	-43	0.001	-115
1.6982	3.70	0.001	-102	0.000	0	0.001	-83	0.000	0	0.000	0	0.001	-113
1.7453	3.60	0.001	-105	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-111
1.7952	3.50	0.001	-107	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	-108
1.8480	3.40	0.001	-111	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0

[illegible]

```
* * * * *
* * * * *      - Response Amplitude Operators
* * * * *      Isometric View
* * * * *
* * * * *      Draft = 24.0 Meters
* * * * *      Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* * * * *      Heading = 180.00 Deg.
* * * * *
* * * * *      Trim Angle = 0.00 Deg.
* * * * *      Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters
* * * * *      Forward Speed = 0.00 knots
* * * * *
* * * * *      GMT = 6.41 Meters
* * * * *      Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* * * * *      Linearization Based on 1/ 20
* * * * *
```

+++ MOTION RESPONSE OPERATORS +++

of Point On Body FS0 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2501	25.12	0.900	-112	0.000	0	1.048	-8	0.000	0	0.386	65	0.000	0
0.3002	20.93	0.826	-123	0.000	0	1.128	-13	0.000	0	0.575	53	0.000	0
0.3502	17.94	0.754	-134	0.000	0	1.275	-19	0.001	91	0.886	39	0.000	0
0.4002	15.70	0.651	-150	0.000	0	1.597	-34	0.001	44	1.413	13	0.000	0
0.4501	13.96	0.440	-172	0.000	0	1.979	-75	0.004	-45	1.980	-39	0.000	0
0.5003	12.56	0.230	-158	0.000	0	1.427	-138	0.005	168	1.430	-111	0.000	0
0.5502	11.42	0.207	-155	0.000	0	0.599	178	0.001	46	0.636	-159	0.000	0
0.6001	10.47	0.146	-155	0.000	0	0.252	162	0.000	0	0.294	173	0.000	0
0.6504	9.66	0.117	-138	0.000	0	0.113	156	0.000	0	0.128	154	0.000	0
0.7005	8.97	0.129	-130	0.000	0	0.049	158	0.000	0	0.045	141	0.000	0
0.7507	8.37	0.133	-138	0.000	0	0.023	170	0.000	0	0.014	165	0.000	0
0.8004	7.85	0.118	-149	0.000	0	0.009	-168	0.000	0	0.010	-160	0.000	0
0.8502	7.39	0.093	-160	0.000	0	0.008	-87	0.000	0	0.004	-155	0.000	0
0.9002	6.98	0.064	-169	0.000	0	0.009	-89	0.000	0	0.007	-22	0.000	0
0.9506	6.61	0.041	-159	0.000	0	0.009	-103	0.000	0	0.008	-75	0.000	0
1.0005	6.28	0.036	-153	0.000	0	0.008	-104	0.000	0	0.007	-97	0.000	0
1.0472	6.00	0.037	-152	0.000	0	0.007	-100	0.000	0	0.005	-120	0.000	0
1.1004	5.71	0.022	-161	0.000	0	0.005	-96	0.000	0	0.004	-86	0.000	0
1.1508	5.46	0.014	-174	0.000	0	0.004	-92	0.000	0	0.003	-55	0.000	0
1.2014	5.23	0.014	-160	0.000	0	0.003	-90	0.000	0	0.002	-79	0.000	0
1.2516	5.02	0.015	-150	0.000	0	0.003	-87	0.000	0	0.002	-114	0.000	0
1.3009	4.83	0.012	-142	0.000	0	0.002	-85	0.000	0	0.002	-105	0.000	0
1.3512	4.65	0.009	-130	0.000	0	0.002	-84	0.000	0	0.002	-94	0.000	0
1.3963	4.50	0.007	-115	0.000	0	0.002	-83	0.000	0	0.002	-85	0.000	0

1.4511 4.33 0.006 -116 0.000 0 0.001 -83 0.000 0 0.001 -87 0.000 0
1.4960 4.20 0.005 -117 0.000 0 0.001 -83 0.000 0 0.001 -89 0.000 0
1.5514 4.05 0.004 -119 0.000 0 0.001 -84 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.5988 3.93 0.003 -119 0.000 0 0.001 -84 0.000 0 0.001 -94 0.000 0
1.6535 3.80 0.003 -119 0.000 0 0.001 -84 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.6982 3.70 0.002 -119 0.000 0 0.001 -84 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.7453 3.60 0.002 -118 0.000 0 0.001 -84 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.7952 3.50 0.002 -117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8480 3.40 0.001 -117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8982 3.31 0.001 -115 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.9513 3.22 0.001 -113 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0010 3.14 0.001 -110 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0533 3.06 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0

Page 9 ***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 ***** Ser614

*
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20
*

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Frequency (Rad/Sec)	ENCOUNTER Period -(Sec)	Long./Wave Ampl.	Phase	Trans./Wave Ampl.	F O R C E S	Vert./Wave Ampl.	Phase	Roll/Wave Ampl.	Phase	Pitch/Wave Ampl.	Phase	Yaw/Wave Ampl.	Phase
0.2501	25.12	157.12	112	0.19	-144	1023.66	-172	0.24	35	10873.46	113	0.75	41
0.3002	20.93	392.68	125	0.50	-131	1584.14	-169	0.92	48	23485.51	124	1.84	53
0.3502	17.94	959.08	133	1.32	-112	2488.85	-168	3.28	66	49557.25	134	4.15	75
0.4002	15.70	2314.06	132	4.05	-107	4066.30	-175	13.09	71	105644.50	138	9.85	89
0.4501	13.96	4593.55	105	14.45	-139	5688.24	154	58.98	39	192718.38	116	22.55	82
0.5003	12.56	4600.40	70	28.37	138	4251.33	113	143.06	-42	176353.59	80	32.02	51
0.5502	11.42	2732.93	67	10.37	81	2208.10	97	63.66	-98	98598.91	70	24.64	41
0.6001	10.47	1435.35	95	4.04	101	1112.67	99	29.74	-79	54140.42	87	17.82	60
0.6504	9.66	760.65	161	2.04	142	502.15	111	17.43	-40	27228.34	114	12.19	88
0.7005	8.97	989.23	-127	1.29	-165	164.79	131	12.36	10	11655.64	158	8.08	129
0.7507	8.37	1128.63	-85	0.91	-110	7.32	-35	9.70	67	4763.62	-125	5.20	-178
0.8004	7.85	955.07	-47	0.69	-57	113.34	-21	8.43	121	4213.00	-42	3.72	-117
0.8502	7.39	605.58	0	0.53	-3	162.93	-33	7.36	176	3773.55	0	3.10	-54
0.9002	6.98	376.04	85	0.45	57	143.54	-64	7.19	-123	1210.33	-43	3.05	12
0.9506	6.61	334.94	-167	0.23	122	112.70	-71	3.93	-59	2775.76	-105	1.39	71
1.0005	6.28	302.34	-113	0.13	174	102.35	-73	2.42	-6	2871.06	-82	0.67	122

1.0472 6.00 498.23 -48 0.14 -101 97.33 -75 3.00 78 3195.93 -43 0.93 -118
1.1004 5.71 158.84 -29 0.03 -58 95.04 -80 0.60 121 1875.12 -77 0.03 -170
1.1508 5.46 120.15 86 0.06 48 92.03 -85 1.47 -130 1785.69 -121 0.54 58
1.2014 5.23 133.67 -20 0.02 19 82.17 -84 0.47 -158 1394.90 -93 0.15 4
1.2516 5.02 321.01 -41 0.03 -96 72.21 -84 0.75 83 1437.01 -59 0.43 -86
1.3009 4.83 297.86 -48 0.02 -105 67.67 -84 0.62 74 1544.85 -64 0.36 -94
1.3512 4.65 254.95 -57 0.01 -119 63.62 -83 0.39 60 1664.02 -72 0.23 -109
1.3963 4.50 225.38 -68 0.01 -155 60.00 -82 0.23 27 1787.18 -77 0.15 -141
1.4511 4.33 201.60 -66 0.00 -137 52.96 -83 0.16 44 1497.60 -79 0.11 -121
1.4960 4.20 182.04 -64 0.00 -111 47.38 -85 0.13 69 1266.62 -80 0.10 -95
1.5514 4.05 159.11 -62 0.00 -74 40.70 -87 0.14 106 988.05 -82 0.12 -62
1.5988 3.93 143.90 -60 0.00 -64 36.60 -88 0.15 116 847.10 -83 0.12 -55
1.6535 3.80 129.40 -61 0.00 -65 33.07 -88 0.13 115 759.78 -84 0.11 -56
1.6982 3.70 117.70 -61 0.00 -66 30.23 -88 0.12 115 689.51 -84 0.10 -57
1.7453 3.60 105.39 -62 0.00 -67 27.27 -89 0.10 114 616.40 -85 0.09 -58
1.7952 3.50 92.43 -62 0.00 -68 24.18 -89 0.09 113 540.15 -86 0.07 -59
1.8480 3.40 78.79 -63 0.00 -70 20.94 -89 0.08 111 460.56 -88 0.06 -62
1.8982 3.31 65.88 -64 0.00 -72 17.88 -89 0.06 109 385.88 -89 0.05 -65
1.9513 3.22 52.35 -66 0.00 -75 14.69 -89 0.05 106 308.36 -92 0.04 -70
2.0010 3.14 39.79 -69 0.00 0 11.71 -90 0.04 101 237.38 -96 0.03 -78
2.0533 3.06 26.82 -74 0.00 0 8.61 -90 0.02 89 165.87 -105 0.02 -94

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 30.00 Deg. Forward Speed = 0.00 knots Linearization Based on 1/ 20

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/--- ENCOUNTER ---/ Frequency (Rad/Sec) -	Period -(Sec) -	F O R C E S			/---/			M O M E N T S			---/ Yaw/Wave Ampl. Phase	
		Long./Wave Ampl.	Phase	Trans/Wave Ampl.	Vert./Wave Ampl.	Roll/Wave Ampl.	Phase	Pitch/Wave Ampl.	Phase	Yaw/Wave Ampl.	Phase	
0.2501	25.12	131.29	106	113.09	-91	1018.30	-173	429.07	-71	9437.25	110	4312.68 26
0.3002	20.93	328.13	118	144.86	-102	1567.70	-171	899.74	-62	20492.54	120	8510.41 35
0.3502	17.94	808.73	127	180.55	-130	2442.52	-170	1777.32	-54	43345.45	128	14551.38 42
0.4002	15.70	2015.30	124	190.03	-168	3977.48	-178	3291.47	-50	94247.05	130	23116.16 53
0.4501	13.96	4176.03	95	285.69	131	5500.73	151	5599.92	-52	177044.80	107	33938.34 66
0.5003	12.56	4368.44	57	1258.10	50	4123.86	111	9232.59	-89	165274.53	68	45811.50 81
0.5502	11.42	2817.00	50	1782.98	-6	2227.11	97	5764.98	-141	93865.17	57	55970.67 98
0.6001	10.47	1776.52	68	1521.00	-18	1214.33	100	2390.10	-144	55504.20	72	63254.86 115

0.2501	25.12	71.98	88	184.79	-84	1007.47	-176	749.29	-80	5473.42	101	4364.47	22
0.3002	20.93	175.80	100	195.35	-96	1534.64	-175	1606.02	-75	11958.92	106	8734.62	24
0.3502	17.94	441.27	106	139.83	-139	2339.36	-175	3227.80	-70	25465.39	111	14846.54	27
0.4002	15.70	1166.59	102	298.50	115	3728.34	175	6271.80	-71	57156.27	110	23889.22	32
0.4501	13.96	2791.16	67	1216.74	67	5051.77	145	11768.27	-85	118650.69	79	35535.62	38
0.5003	12.56	3054.02	21	3169.29	23	4062.47	112	18423.86	-122	110303.90	35	49459.05	46
0.5502	11.42	2303.60	5	3882.15	-24	3883.02	95	14341.95	-173	64930.43	18	62969.51	55
0.6001	10.47	1915.52	11	3009.61	-36	1587.12	91	7276.09	175	42727.63	27	74677.55	65
0.6504	9.66	1680.24	19	2469.52	-35	974.18	93	3908.29	-177	31262.23	42	82204.51	78
0.7005	8.97	1399.11	26	2060.23	-30	570.30	95	2021.81	-162	22662.52	57	85067.67	92
0.7507	8.37	996.20	34	1708.78	-22	297.15	81	872.32	-142	13475.54	70	82399.99	110
0.8004	7.85	583.39	43	1424.26	-11	324.59	6	222.41	-103	4183.59	70	76982.13	130
0.8502	7.39	221.41	45	1186.69	0	678.82	-39	209.28	35	8159.26	-86	69492.09	152
0.9002	6.98	185.73	-60	968.36	9	911.87	-84	379.15	67	23108.79	-100	60361.69	176
0.9506	6.61	331.83	-65	746.36	16	554.61	-103	359.63	86	15821.14	-114	44544.79	-160
1.0005	6.28	390.25	-55	526.57	21	333.61	-115	250.15	87	9772.06	-117	28552.16	-139
1.0472	6.00	424.56	-41	316.91	25	147.09	-118	149.96	61	4414.07	-99	15830.34	-95
1.1004	5.71	274.58	-18	102.11	26	94.40	-113	263.98	14	2136.32	-103	3154.89	-6
1.1508	5.46	207.75	14	66.31	-158	53.21	-102	414.79	11	537.88	-129	11875.66	57
1.2014	5.23	119.39	-6	139.17	174	38.07	-107	340.32	15	953.14	-120	4479.14	71
1.2516	5.02	86.30	-64	224.94	168	23.85	-118	308.70	25	1355.30	-116	3569.42	-152
1.3009	4.83	111.82	-38	208.45	168	15.85	-130	217.85	24	560.63	-115	2757.70	-73
1.3512	4.65	162.95	-19	179.26	169	10.24	-137	117.81	20	362.75	63	6632.81	-28
1.3963	4.50	216.05	-11	153.08	171	9.37	161	30.21	7	1168.81	63	11013.54	-19
1.4511	4.33	166.15	-20	103.81	171	8.10	173	10.91	39	569.26	65	7384.99	-23
1.4960	4.20	130.93	-33	63.83	171	7.41	-173	33.17	135	91.84	85	4505.80	-32
1.5514	4.05	103.04	-58	15.07	173	7.11	-155	33.33	159	505.91	-121	1710.68	-82
1.5988	3.93	94.97	-69	1.75	-47	6.89	-147	38.17	162	671.26	-120	1637.01	-124
1.6535	3.80	85.60	-69	1.12	-80	6.31	-144	33.18	162	597.06	-120	1396.10	-124
1.6982	3.70	77.90	-68	1.15	-123	5.87	-142	29.23	163	537.37	-119	1201.15	-123
1.7453	3.60	69.84	-68	1.70	-150	5.42	-139	25.13	164	475.08	-119	1000.80	-122
1.7952	3.50	61.42	-67	2.47	-162	4.97	-135	20.82	165	409.97	-118	792.38	-121
1.8480	3.40	52.56	-66	3.35	-169	4.53	-130	16.28	167	341.87	-118	572.18	-118
1.8982	3.31	44.16	-65	4.21	-172	4.15	-124	12.02	169	277.81	-116	365.07	-112
1.9513	3.22	35.36	-63	5.13	-174	3.82	-117	7.63	176	210.96	-114	162.91	-90
2.0010	3.14	27.23	-59	5.99	-175	3.57	-109	3.82	-164	149.27	-111	128.71	0
2.0533	3.06	18.87	-53	6.90	-176	3.38	-100	2.60	-80	86.41	-101	313.95	32

* - Response Amplitude Operators

* Isometric View

* Draft = 24.0 Meters

* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters

* Heading = 90.00 Deg.

Trim Angle = 0.00 Deg.

Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters

Forward Speed = 0.00 Knots

GMT = 6.41 Meters

Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters

Linearization Based on 1/ 20

*** MOSES ***

27 March, 2015

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++

=====

On weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/---- ENCOUNTER ----/ Frequency (Rad/Sec) -		/----- Long./Wave Am. Ampl. Phase		F O R C E S Trans./Wave Am. Ampl. Phase		-----/ Vert./Wave Am. Ampl. Phase		/-----/ Roll/Wave Am. Ampl. Phase		M O M E N T S Pitch/Wave Am. Ampl. Phase		-----/ Yaw/Wave Am. Ampl. Phase	
Period -(Sec)-													
0.2501	25.12	10.33	-3	221.32	-74	1002.30	179	868.77	-92	38.60	-9	904.39	91
0.3002	20.93	19.34	-2	219.04	-72	1520.00	179	1875.60	-92	107.23	-11	1201.92	91
0.3502	17.94	31.87	-4	123.12	-20	2281.51	177	3811.53	-93	253.42	-24	1458.94	92
0.4002	15.70	46.02	-4	598.47	40	3565.01	169	7574.47	-100	420.25	-48	1615.31	95
0.4501	13.96	103.21	11	2239.27	22	5218.00	144	14946.95	-122	1317.57	1	1550.42	97
0.5003	12.56	148.99	-26	4886.71	-17	5131.85	105	23008.47	-168	3301.49	-86	934.39	114
0.5502	11.42	127.74	-28	5510.05	-60	3370.73	76	19643.80	136	3077.68	-147	1382.01	179
0.6001	10.47	151.17	-19	4255.55	-75	2015.26	63	10994.61	112	2197.47	-168	2584.73	-170
0.6504	9.66	184.94	-14	3582.22	-74	1170.74	61	6710.75	111	1688.22	-167	3625.96	-168
0.7005	8.97	226.93	-10	3207.21	-71	617.66	62	4263.88	113	1521.58	-157	4266.79	-166
0.7507	8.37	270.61	-9	2873.70	-67	142.64	58	2540.35	116	1781.09	-146	4568.70	-154
0.8004	7.85	310.93	-6	2543.74	-61	479.54	-137	1243.41	121	2360.75	-151	5518.90	-139
0.8502	7.39	367.51	-4	2231.43	-55	998.87	-160	193.25	127	2590.57	-170	7136.70	-131
0.9002	6.98	391.28	-13	1935.99	-47	841.01	154	754.92	-50	2005.46	150	8377.48	-130
0.9506	6.61	402.07	-11	1518.23	-43	553.94	156	1753.73	-47	1135.27	163	8186.16	-122
1.0005	6.28	375.69	-11	894.87	-37	353.65	158	2830.39	-51	574.44	168	8963.20	-108
1.0472	6.00	333.61	-12	334.46	1	205.46	161	3696.98	-55	152.41	137	10633.10	-96
1.1004	5.71	319.68	-8	876.33	74	86.79	160	3611.58	-74	128.60	16	12036.06	-98
1.1508	5.46	306.65	-5	1406.51	82	23.82	12	3463.62	-85	350.66	-3	12493.46	-98
1.2014	5.23	288.27	-2	1367.23	81	134.26	11	2478.28	-89	603.68	-4	10882.26	-97
1.2516	5.02	270.93	0	1339.56	80	241.85	11	1563.25	-96	853.99	-5	9312.83	-95
1.3009	4.83	237.05	0	1075.39	82	293.92	6	1032.29	-98	884.41	-6	7321.61	-94
1.3512	4.65	200.71	0	780.48	86	342.91	2	530.31	-97	895.27	-7	5218.05	-91
1.3963	4.50	168.51	0	526.41	94	387.74	0	86.07	-83	908.86	-7	3358.29	-84
1.4511	4.33	134.00	0	185.24	96	288.86	0	106.83	94	629.36	-7	1510.64	-82
1.4960	4.20	106.04	0	86.77	-96	209.46	-1	256.18	94	405.19	-8	152.84	-12
1.5514	4.05	71.93	-2	409.21	-90	113.23	-2	430.70	93	133.97	-10	1719.79	85
1.5988	3.93	57.29	-3	486.50	-90	77.59	-2	461.15	93	44.90	-17	2174.86	87
1.6535	3.80	51.82	-3	422.52	-90	73.03	-2	406.82	93	52.73	-12	1901.39	87
1.6982	3.70	47.36	-2	370.84	-90	69.38	-2	363.27	93	59.26	-10	1679.10	87
1.7453	3.60	42.66	-2	316.85	-90	65.58	-2	318.01	93	66.23	-7	1445.55	87
1.7952	3.50	37.71	-2	260.39	-90	61.62	-1	270.88	93	73.65	-5	1199.89	87
1.8480	3.40	32.49	-2	201.25	-90	57.49	-1	221.68	93	81.53	-4	941.13	87
1.8982	3.31	27.53	-2	145.57	-90	53.60	-1	175.47	93	89.05	-2	696.16	86
1.9513	3.22	22.31	-2	87.39	-90	49.53	0	127.24	93	97.01	-1	438.85	86
2.0010	3.14	17.43	-1	33.43	-91	45.76	0	82.53	93	104.47	0	199.10	84
2.0533	3.06	12.32	0	22.82	91	41.83	0	35.93	93	112.32	0	53.85	-79

1.7453 3.60 72.97 64 0.99 96 6.24 123 24.82 21 526.10 111 1098.53 -60
1.7952 3.50 64.11 64 1.31 39 5.74 121 20.45 20 454.12 110 872.43 -61
1.8480 3.40 54.77 63 2.28 16 5.23 118 15.91 19 378.76 110 637.29 -64
1.8982 3.31 45.96 62 3.33 8 4.77 115 11.65 16 307.77 109 419.74 -70
1.9513 3.22 36.73 60 4.46 3 4.31 110 7.24 10 233.61 107 207.22 -90
2.0010 3.14 28.16 57 5.53 1 3.91 105 3.38 -7 164.94 105 136.80 -167
2.0533 3.06 19.29 52 6.66 0 3.53 99 2.42 -103 94.16 98 311.28 150

Page 14 Licensee - Global Maritime Rev 7.00.018 Ser614

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 150.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Frequency (Rad/Sec) -	ENCOUNTER Period -(Sec) -	Long./wave Ampl. Phase	F O R C E Trans./wave Ampl. Phase	Vert./wave Ampl. Phase	Roll/wave Ampl. Phase	Pitch/wave Ampl. Phase	Yaw/wave Ampl. Phase
0.2501	25.12	133.22 -124	138.69 -69	1018.56 172	429.36 -111	9425.19 -111	4396.95 152
0.3002	20.93	322.63 -130	189.23 -64	1573.02 168	898.62 -120	20348.15 -121	8703.46 143
0.3502	17.94	798.48 -141	267.52 -47	2407.45 163	1780.20 -130	42848.01 -133	14633.97 134
0.4002	15.70	1950.24 -167	546.46 -39	3922.63 150	3272.65 -149	90883.48 -156	23077.94 122
0.4501	13.96	4033.26 137	1196.35 -49	6279.54 112	5845.24 -178	165594.13 151	33454.66 108
0.5003	12.56	4212.41 71	2715.98 -91	5789.22 52	9846.60 115	150463.20 82	44746.17 92
0.5502	11.42	2761.85 35	2374.20 -146	3095.80 10	5906.39 31	83513.56 38	54344.52 74
0.6001	10.47	1878.49 19	1688.07 -164	1608.44 -4	2458.00 -7	48848.70 16	60127.77 54
0.6504	9.66	1295.86 15	1249.45 -175	915.64 -9	844.38 -35	28915.95 1	59295.89 33
0.7005	8.97	945.30 21	913.75 179	509.90 -12	66.75 -127	15576.74 -12	53965.88 12
0.7507	8.37	876.48 32	711.16 179	257.82 -7	247.86 110	6635.54 -18	41908.43 -9
0.8004	7.85	913.49 36	539.42 -178	111.60 19	240.23 90	1571.53 26	25955.34 -29
0.8502	7.39	970.59 34	442.66 -168	120.65 75	116.09 84	3729.36 82	10854.99 -34
0.9002	6.98	1030.69 26	442.36 -163	214.84 65	87.29 178	6313.52 51	6725.28 25
0.9506	6.61	830.76 4	378.36 -165	184.10 70	187.86 172	1653.93 52	10106.30 37
1.0005	6.28	554.30 0	325.56 -166	150.93 77	201.11 154	2239.36 107	11103.76 29
1.0472	6.00	225.04 20	286.55 -168	122.48 88	189.87 126	5131.78 111	11459.79 14
1.1004	5.71	364.10 14	215.78 -173	99.47 86	103.03 173	2538.43 93	7722.82 12
1.1508	5.46	451.24 14	157.25 -177	81.53 85	123.61 -137	1432.73 41	4651.58 8
1.2014	5.23	320.27 27	110.51 -170	76.03 87	89.87 174	1599.66 77	3551.85 -6
1.2516	5.02	226.65 53	65.98 -153	70.64 89	139.17 134	2173.80 98	2865.55 -27
1.3009	4.83	168.17 56	47.80 -156	64.23 91	107.74 140	1870.00 106	2686.89 -5


```
0.9506      6.61      582.83      22      0.07      -101      125.36      76      1.21      76      3117.69      104      0.40      -136
1.0005      6.28      573.85      28      0.06      -164      122.57      75      1.08      14      3054.92      82      0.45      170
1.0472      6.00      647.72      27      0.09      137      114.93      79      1.78      -43      2665.22      59      0.54      124
1.1004      5.71      427.27      19      0.01      68      101.71      83      0.16      -108      1906.78      93      0.19      45
1.1508      5.46      282.29      7      0.04      -28      89.72      87      1.13      152      1887.25      124      0.42      -13
1.2014      5.23      323.06      20      0.02      3      76.47      89      0.46      -177      1402.67      100      0.16      34
1.2516      5.02      373.73      29      0.02      95      63.62      92      0.54      -83      1319.50      65      0.31      114
1.3009      4.83      320.59      38      0.01      103      59.75      94      0.48      -75      1371.66      74      0.28      118
1.3512      4.65      265.17      50      0.01      110      57.13      95      0.36      -69      1482.89      85      0.22      120
1.3963      4.50      229.33      65      0.01      121      55.04      96      0.25      -59      1631.72      94      0.17      122
1.4511      4.33      201.24      64      0.00      105      48.92      96      0.19      -74      1377.29      92      0.13      102
1.4960      4.20      179.13      63      0.00      86      44.03      96      0.16      -93      1174.37      90      0.12      79
1.5514      4.05      151.74      61      0.00      57      38.13      95      0.16      -122      932.29      86      0.13      51
1.5988      3.93      135.26      60      0.00      48      34.39      95      0.15      -131      806.77      85      0.13      43
1.6535      3.80      121.81      60      0.00      49      31.11      95      0.14      -131      723.79      86      0.12      44
1.6982      3.70      110.79      61      0.00      50      28.47      95      0.12      -130      657.20      86      0.11      44
1.7453      3.60      99.24      61      0.00      51      25.72      95      0.11      -129      587.84      87      0.09      46
1.7952      3.50      87.11      62      0.00      52      22.84      94      0.09      -128      515.53      88      0.08      47
1.8480      3.40      74.35      63      0.00      54      19.83      94      0.08      -126      440.04      89      0.07      49
1.8982      3.31      62.28      64      0.00      57      16.99      94      0.06      -124      369.26      91      0.05      53
1.9513      3.22      49.64      66      0.00      61      14.01      94      0.05      -120      295.79      94      0.04      58
2.0010      3.14      37.94      69      0.00      0      11.25      94      0.03      -113      228.57      98      0.03      68
2.0533      3.06      25.87      75      0.00      0      8.36      93      0.02      -98      160.90      107      0.02      87
```

```
*****
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters Period = 17.0 Sec. M. Heading = 0.0 Deg.
* S. Coef.=200.0 Gamma = 3.30
*****
```

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.50	107.68	0.08	30.60	0.12	637.83	21.15
2.00	170.29	0.17	45.35	0.26	1010.06	32.40
2.50	220.35	0.29	57.72	0.56	1369.26	44.51

3.00	358.68	1.06	94.83	1.52	2321.00	81.62
3.50	502.39	2.85	137.08	3.21	3365.79	147.94
4.00	573.71	5.96	176.89	5.65	3978.81	233.30
4.50	769.68	10.39	212.64	8.34	5542.28	400.88
5.00	1000.35	15.60	271.03	12.84	8915.88	579.48
5.50	1360.08	21.65	425.74	21.12	17751.93	769.39
6.00	1852.57	28.23	753.51	36.33	33964.14	1073.96
6.50	2319.52	34.44	1313.90	59.80	58239.82	1397.10
7.00	2840.53	39.84	2098.53	89.75	90141.79	1626.76
7.50	3593.85	44.54	3066.64	124.99	128053.56	1741.31
8.00	4591.00	48.96	4186.35	166.48	170616.03	1765.46
8.50	5711.67	52.97	5430.69	212.57	216417.31	1731.30
9.00	6775.00	55.65	6713.31	253.72	260944.31	1664.20
9.50	7534.47	55.42	7862.96	273.08	295408.44	1581.01
10.00	7893.13	52.31	8713.61	268.67	315024.03	1492.05
10.50	7835.32	47.62	9128.34	249.16	317570.03	1403.35
11.00	7476.62	42.78	9156.46	225.44	306875.19	1317.17
11.50	6969.99	38.83	8908.62	204.90	288755.47	1238.08
12.00	6410.04	35.69	8497.98	188.21	267349.88	1162.77
12.50	5896.23	33.20	8051.54	174.93	247086.45	1093.24
13.00	5473.06	31.22	7632.87	164.37	230007.17	1031.43
13.50	5112.29	29.48	7235.36	155.11	215166.47	973.35
14.00	4794.28	27.86	6865.13	146.50	201968.42	917.95
14.50	4527.66	26.40	6547.33	138.91	190878.08	868.68
15.00	4305.03	25.13	6276.40	132.29	181605.53	825.59
15.50	4103.18	23.93	6025.34	126.10	173182.98	785.44
16.00	3905.85	22.75	5777.73	119.96	164947.75	746.00
16.50	3719.52	21.63	5545.46	114.13	157189.59	708.91
17.00	3555.68	20.64	5343.85	108.98	150390.36	676.40

***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****

* * * * *

* - Response Amplitude Operators * * * * *

* Isometric View * * * * *

* Draft = 24.0 Meters * * * * *

* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters * * * * *

* JONSWAP Height = 2.5 Meters * * * * *

* S. Coef.=200.0 * * * * *

*** MOSES ***

27 March, 2015

Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters

Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters

Period = 17.0 Sec. M. Heading = 30.0 Deg.

Gamma = 3.30

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++

=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
--------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
1.50	46.18	186.10	109.82	255.99	237.92	905.70
2.00	72.07	444.44	133.47	474.92	229.28	2050.87
2.50	114.38	587.46	205.04	613.58	416.92	3035.77
3.00	239.36	1089.77	367.06	1454.98	838.56	6955.51
3.50	427.99	1721.09	587.33	2849.80	1492.54	13049.91
4.00	588.88	2441.49	591.88	4955.76	1607.71	19825.70
4.50	689.78	2612.41	774.99	6019.74	1946.65	21325.30
5.00	758.27	3408.42	1158.91	5412.46	2921.40	19613.36
5.50	760.85	4457.67	1513.95	5615.05	3935.49	18062.75
6.00	713.45	5412.19	1717.73	7947.99	4259.89	16285.28
6.50	654.88	6314.74	2224.84	11729.87	4212.61	14692.36
7.00	600.41	7174.50	3124.40	16322.78	4356.63	13404.46
7.50	552.40	8015.77	4234.35	21527.63	4775.69	12198.93
8.00	511.80	8825.53	5462.65	27214.85	5339.33	11031.98
8.50	479.14	9403.40	6721.91	32396.18	5875.09	9971.46
9.00	453.15	9530.85	7872.68	35901.74	6219.75	9068.16
9.50	429.09	9167.79	8709.99	36979.48	6243.51	8343.90
10.00	403.02	8480.17	9160.76	36001.38	5977.91	7762.36
10.50	374.81	7684.34	9223.32	33771.77	5541.77	7285.14
11.00	345.96	6932.08	9008.45	31119.75	5061.71	6864.26
11.50	319.48	6321.77	8638.35	28654.20	4634.13	6491.01
12.00	295.30	5825.25	8189.56	26451.28	4264.65	6141.55
12.50	274.08	5418.89	7748.19	24580.16	3956.49	5819.03
13.00	256.18	5088.62	7353.42	23048.33	3706.79	5530.41
13.50	240.18	4796.06	6986.18	21698.47	3487.97	5259.81
14.00	225.34	4522.08	6643.64	20453.22	3285.72	5003.59
14.50	212.26	4278.49	6346.34	19365.26	3107.92	4775.79
15.00	200.88	4065.23	6089.51	18424.59	2953.39	4575.30
15.50	190.38	3866.82	5848.89	17551.71	2809.84	4387.98
16.00	180.19	3671.53	5609.84	16690.25	2668.40	4205.09
16.50	170.64	3486.62	5384.36	15874.36	2534.51	4034.75
17.00	162.27	3323.15	5187.67	15155.44	2416.39	3886.77

*
* *** MOSES *** *****
* ----- *
* - Response Amplitude Operators 27 March, 2015 *
* * *

* Isometric View *
* Draft = 24.0 Meters *
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters *
* JONSWAP Height = 2.5 Meters *
* S. Coef.=200.0 *
* Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters *
* Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters *
* Period = 17.0 Sec. M. Heading = 150.0 Deg. *
* Gamma = 3.30 *

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12
1.50	52.52	5.35	24.91	3.67	446.21	1482.06
2.00	66.31	11.27	38.01	11.54	848.44	2313.02
2.50	85.60	18.94	49.43	33.88	1175.86	3052.20
3.00	192.22	68.77	84.62	88.30	2153.06	5244.99
3.50	404.56	179.71	133.13	176.43	3477.72	8226.93
4.00	752.08	355.88	189.58	249.56	4861.37	12446.53
4.50	1065.27	581.81	267.52	318.91	7122.41	21242.10
5.00	1517.44	822.93	398.83	432.24	10489.99	31314.26
5.50	1863.82	1099.37	637.63	831.66	18160.26	45795.18
6.00	2093.98	1473.25	1122.20	1705.51	31785.17	66693.97
6.50	2463.50	1951.53	1899.61	2982.30	52972.17	87374.73
7.00	3062.62	2489.87	2915.13	4583.13	80448.85	102136.20
7.50	3834.59	3050.85	4113.93	6490.72	112316.12	110188.23
8.00	4699.16	3600.46	5485.32	8737.96	147644.59	112800.88
8.50	5596.61	4065.09	7004.09	11129.76	185882.23	111509.19
9.00	6424.70	4346.83	8507.99	13171.54	223546.70	107756.34
9.50	6992.16	4346.58	9683.26	14154.66	253059.58	102696.09
10.00	7220.29	4099.96	10373.46	14035.17	270068.81	97125.70
10.50	7100.79	3729.42	10528.23	13201.31	272465.81	91503.48
11.00	6734.74	3354.99	10280.73	12135.41	263445.06	86010.49
11.50	6256.98	3053.00	9805.47	11162.95	247978.75	80946.96
12.00	5745.77	2814.56	9225.20	10322.62	229644.03	76103.50
12.50	5283.57	2623.63	8666.17	9620.88	212266.91	71618.33
13.00	4906.22	2469.19	8182.93	9044.92	197611.95	67620.27
13.50	4585.97	2331.60	7748.77	8530.69	184872.59	63854.20
14.00	4303.31	2202.29	7352.55	8051.59	173540.16	60257.99
14.50	4065.28	2087.45	7012.75	7631.09	164015.17	57059.33
15.00	3865.53	1987.04	6721.65	7266.31	156049.11	54259.22
15.50	3683.77	1893.43	6450.36	6926.64	148811.50	51646.40
16.00	3505.78	1800.93	6181.15	6590.74	141734.48	49075.42
16.50	3337.54	1713.17	5926.88	6272.74	135068.09	46655.16
17.00	3189.42	1635.60	5704.62	5993.05	129226.61	44533.85

```

***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****
*
* ***** MOSES ***** 27 March, 2015 *****
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters
* S. Coef.=200.0
*
*****

```

``` +++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++ ===== ```

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 23.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.50	102.27	0.08	29.26	0.11	612.48	22.25
2.00	161.13	0.17	42.93	0.24	963.22	34.73
2.50	213.89	0.28	54.10	0.56	1288.08	45.83
3.00	375.17	1.03	88.49	1.42	2166.91	78.75
3.50	597.61	2.70	129.55	2.83	3132.97	123.51
4.00	836.51	5.34	173.15	4.12	3821.17	186.84
4.50	1167.69	8.74	224.32	5.46	5185.58	318.87
5.00	1496.33	12.36	305.90	7.40	8120.05	470.04
5.50	1900.18	16.51	522.69	13.62	15534.38	687.43
6.00	2270.17	22.16	985.92	27.31	29908.32	1001.24
6.50	2580.92	29.44	1719.84	47.66	51871.29	1311.81
7.00	3018.23	37.67	2690.01	73.27	80883.13	1533.49
7.50	3712.10	46.30	3849.08	103.68	115340.59	1654.42
8.00	4630.31	54.85	5184.96	139.59	154085.84	1693.69
8.50	5669.13	62.30	6683.30	178.65	196305.97	1674.34
9.00	6668.75	67.17	8193.09	212.95	238101.66	1618.05
9.50	7387.68	67.72	9406.08	230.07	271254.28	1542.13
10.00	7724.40	64.35	10153.51	228.74	290936.97	1458.53
10.50	7660.38	58.85	10367.58	215.16	294700.78	1374.13
11.00	7306.46	53.09	10170.79	197.37	285920.63	1291.66
11.50	6810.85	48.32	9731.01	180.98	269876.19	1215.62
12.00	6264.74	44.48	9173.04	166.81	250457.94	1142.88
12.50	5764.11	41.38	8626.43	155.08	231853.44	1075.51
13.00	5351.72	38.89	8148.67	145.60	216018.41	1015.47
13.50	4999.82	36.70	7716.35	137.25	202145.08	958.91
14.00	4689.20	34.65	7321.04	129.53	189757.97	904.90
14.50	4428.42	32.84	6982.34	122.77	179337.64	856.87

File .OUT : OUTPUT ANALISA HIDRODINAMIS
Frame - 25

Page 2 ***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 ***** ser614
***** ***** ***** ***** *****
* ** MOSES ** 27 March, 2015 *
* ----- *
* - Response Amplitude Operators *
* Isometric View *
* Draft = 24.0 Meters * Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters *
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters * Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters *
* Heading = 0.00 Deg. * Forward Speed = 0.00 knots Linearization Based on 1/ 20 *

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

Of Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase	Wave Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.	Ampl.
0.2501	25.12	0.898	114	0.000	0	1.060	42	0.000	0	0.387	-66	0.000	0
0.3002	20.93	0.823	124	0.000	0	1.125	59	0.000	0	0.580	-55	0.000	0
0.3502	17.94	0.754	135	0.000	0	1.314	78	0.001	-113	0.899	-45	0.000	0
0.4002	15.70	0.657	146	0.000	0	1.693	94	0.002	-108	1.467	-41	0.000	0
0.4501	13.96	0.454	153	0.000	0	2.257	87	0.006	-140	2.116	-63	0.000	0
0.5003	12.56	0.210	-164	0.000	0	1.714	59	0.011	137	1.568	-99	0.000	0
0.5502	11.42	0.170	-120	0.000	0	0.777	54	0.004	81	0.725	-109	0.000	0
0.6001	10.47	0.101	-71	0.000	0	0.347	79	0.002	100	0.334	-92	0.000	0
0.6504	9.66	0.087	11	0.000	0	0.154	115	0.001	139	0.143	-65	0.000	0
0.7005	8.97	0.126	61	0.000	0	0.066	166	0.000	0	0.053	-21	0.000	0
0.7507	8.37	0.124	96	0.000	0	0.030	-126	0.000	0	0.019	54	0.000	0
0.8004	7.85	0.092	131	0.000	0	0.014	-60	0.000	0	0.015	137	0.000	0
0.8502	7.39	0.051	179	0.000	0	0.010	50	0.000	0	0.012	180	0.000	0
0.9002	6.98	0.030	-93	0.000	0	0.007	98	0.000	0	0.003	136	0.000	0
0.9506	6.61	0.023	9	0.000	0	0.006	-151	0.000	0	0.007	74	0.000	0
1.0005	6.28	0.018	64	0.000	0	0.004	-96	0.000	0	0.006	97	0.000	0
1.0472	6.00	0.028	131	0.000	0	0.006	-15	0.000	0	0.006	136	0.000	0
1.1004	5.71	0.008	153	0.000	0	0.001	-49	0.000	0	0.003	102	0.000	0
1.1508	5.46	0.006	-94	0.000	0	0.003	173	0.000	0	0.003	58	0.000	0
1.2014	5.23	0.006	161	0.000	0	0.001	160	0.000	0	0.002	86	0.000	0
1.2516	5.02	0.013	138	0.000	0	0.001	4	0.000	0	0.002	120	0.000	0
1.3009	4.83	0.011	132	0.000	0	0.001	-19	0.000	0	0.002	115	0.000	0
1.3512	4.65	0.009	122	0.000	0	0.001	-50	0.000	0	0.002	107	0.000	0
1.3963	4.50	0.007	111	0.000	0	0.001	-71	0.000	0	0.002	102	0.000	0
1.4511	4.33	0.006	113	0.000	0	0.001	-70	0.000	0	0.002	100	0.000	0

1.4960 4.20 0.005 115 0.000 0 0.001 -69 0.000 0 0.001 99 0.000 0
1.5514 4.05 0.004 118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 97 0.000 0
1.5988 3.93 0.004 119 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 96 0.000 0
1.6535 3.80 0.003 118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 95 0.000 0
1.6982 3.70 0.003 118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 95 0.000 0
1.7453 3.60 0.002 118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.7952 3.50 0.002 117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8480 3.40 0.001 116 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8982 3.31 0.001 115 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.9513 3.22 0.001 113 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0010 3.14 0.001 111 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0533 3.06 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 30.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

Of Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2501	25.12	0.785	111	0.458	124	1.052	36	0.130	108	0.336	-69	0.107	-153
0.3002	20.93	0.728	120	0.440	139	1.114	51	0.189	117	0.506	-59	0.147	-144
0.3502	17.94	0.676	129	0.423	154	1.288	68	0.274	125	0.786	-51	0.184	-137
0.4002	15.70	0.605	139	0.405	173	1.646	82	0.389	129	1.309	-49	0.224	-126
0.4501	13.96	0.439	144	0.387	-165	2.228	74	0.524	127	1.944	-72	0.260	-113
0.5003	12.56	0.235	-178	0.356	-141	1.748	44	0.699	90	1.469	-111	0.284	-98
0.5502	11.42	0.215	-143	0.324	-117	0.806	35	0.361	38	0.690	-122	0.287	-81
0.6001	10.47	0.154	-116	0.277	-94	0.373	57	0.126	35	0.343	-107	0.273	-64
0.6504	9.66	0.085	-74	0.209	-69	0.184	88	0.038	40	0.172	-83	0.236	-46
0.7005	8.97	0.060	-1	0.140	-38	0.091	127	0.003	-6	0.082	-51	0.186	-27
0.7507	8.37	0.070	60	0.077	-1	0.039	176	0.009	-96	0.032	-11	0.124	-9
0.8004	7.85	0.074	101	0.033	53	0.017	-118	0.008	-94	0.008	64	0.066	4
0.8502	7.39	0.064	139	0.023	158	0.012	-13	0.005	-107	0.015	178	0.024	-5
0.9002	6.98	0.051	-173	0.036	-133	0.021	28	0.004	-141	0.024	-167	0.024	-65
0.9506	6.61	0.026	-131	0.031	-79	0.007	87	0.004	-140	0.009	175	0.033	-47
1.0005	6.28	0.011	-125	0.020	-41	0.003	-179	0.003	-138	0.008	123	0.026	-27

0.6001	10.47	0.223	-178	0.488	-159	0.395	-12	0.383	-4	0.264	-152	0.322	-114
0.6504	9.66	0.195	-168	0.417	-142	0.207	8	0.175	2	0.164	-137	0.301	-101
0.7005	8.97	0.153	-160	0.342	-122	0.116	34	0.078	17	0.103	-122	0.269	-87
0.7507	8.37	0.101	-151	0.266	-99	0.053	62	0.029	37	0.053	-109	0.227	-69
0.8004	7.85	0.055	-138	0.204	-74	0.031	142	0.007	76	0.015	-109	0.186	-49
0.8502	7.39	0.024	-123	0.153	-45	0.044	-177	0.005	-144	0.025	93	0.149	-27
0.9002	6.98	0.010	-177	0.112	-13	0.038	-132	0.009	-112	0.063	79	0.116	-3
0.9506	6.61	0.019	130	0.069	20	0.025	-132	0.008	-93	0.039	65	0.076	19
1.0005	6.28	0.023	133	0.040	54	0.014	-120	0.005	-92	0.022	80	0.044	40
1.0472	6.00	0.024	141	0.030	115	0.007	-74	0.003	-118	0.009	82	0.022	84
1.1004	5.71	0.014	164	0.012	-171	0.002	-70	0.004	-165	0.004	76	0.004	173
1.1508	5.46	0.010	-165	0.020	-118	0.001	104	0.006	-168	0.001	50	0.014	-122
1.2014	5.23	0.005	174	0.009	-68	0.001	-147	0.004	-164	0.001	59	0.005	-108
1.2516	5.02	0.003	117	0.014	2	0.002	-115	0.004	-154	0.002	63	0.004	27
1.3009	4.83	0.004	142	0.007	18	0.001	-102	0.002	-155	0.001	64	0.003	106
1.3512	4.65	0.006	159	0.004	121	0.001	49	0.001	-159	0.000	0	0.006	151
1.3963	4.50	0.007	167	0.009	155	0.002	55	0.000	0	0.001	-116	0.009	160
1.4511	4.33	0.005	158	0.006	148	0.001	52	0.000	0	0.001	-114	0.005	156
1.4960	4.20	0.004	146	0.003	135	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.003	147
1.5514	4.05	0.003	121	0.002	83	0.001	-111	0.000	0	0.000	0	0.001	97
1.5988	3.93	0.002	110	0.002	56	0.001	-114	0.000	0	0.001	59	0.001	55
1.6535	3.80	0.002	111	0.001	56	0.001	-114	0.000	0	0.000	0	0.001	55
1.6982	3.70	0.002	111	0.001	55	0.001	-114	0.000	0	0.000	0	0.001	56
1.7453	3.60	0.001	112	0.001	55	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	57
1.7952	3.50	0.001	113	0.001	55	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8480	3.40	0.001	113	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8982	3.31	0.001	115	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9513	3.22	0.001	117	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0010	3.14	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0

Page 5 Licensee - Global Maritime Rev 7.00.018 Ser614

* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *
* * * * *

Frequency Period Surge / wave Amplitude Sway / wave Amplitude Heave / wave Amplitude Roll / wave Amplitude Pitch / wave Amplitude Yaw / wave Amplitude ----- / ----- / ----- / ----- / ----- / ----- / ----- / ----- /

Process is DEFAULT: units Are Degrees, Meters, and M-Tons unless Specified

Of Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase	Amp1.	Phase
0.2501	25.12	0.007	-179	0.903	91	1.028	0	0.263	87	0.001	170
0.3002	20.93	0.009	-177	0.864	91	1.085	0	0.394	87	0.003	168
0.3502	17.94	0.011	-173	0.814	90	1.198	-2	0.589	86	0.005	155
0.4002	15.70	0.015	-167	0.761	90	1.433	-10	0.896	79	0.006	131
0.4501	13.96	0.021	-162	0.699	90	1.669	-34	1.398	57	0.014	-178
0.5003	12.56	0.033	-174	0.616	91	1.360	-74	1.742	11	0.029	93
0.5502	11.42	0.035	170	0.546	94	0.740	-105	1.229	-43	0.023	32
0.6001	10.47	0.033	165	0.487	97	0.372	-118	0.578	-67	0.014	11
0.6504	9.66	0.031	168	0.421	100	0.187	-121	0.300	-68	0.009	12
0.7005	8.97	0.032	171	0.361	104	0.089	-122	0.165	-66	0.007	22
0.7507	8.37	0.032	173	0.302	108	0.027	-131	0.085	-63	0.007	33
0.8004	7.85	0.033	176	0.250	113	0.035	47	0.037	-58	0.008	28
0.8502	7.39	0.034	176	0.204	118	0.076	20	0.005	-52	0.008	9
0.9002	6.98	0.032	165	0.162	122	0.058	-24	0.018	129	0.006	-29
0.9506	6.61	0.029	168	0.121	125	0.035	-23	0.037	132	0.003	-16
1.0005	6.28	0.024	168	0.077	125	0.021	-22	0.054	128	0.001	-11
1.0472	6.00	0.020	167	0.039	125	0.012	-17	0.064	124	0.000	0
1.1004	5.71	0.017	171	0.017	-131	0.005	-17	0.057	105	0.000	0
1.1508	5.46	0.015	174	0.038	-98	0.000	0	0.050	94	0.001	176
1.2014	5.23	0.013	177	0.038	-99	0.005	-162	0.033	90	0.001	175
1.2516	5.02	0.011	180	0.038	-100	0.008	-164	0.019	83	0.001	174
1.3009	4.83	0.009	180	0.029	-98	0.009	-170	0.012	81	0.001	173
1.3512	4.65	0.007	180	0.020	-94	0.010	-176	0.006	82	0.001	172
1.3963	4.50	0.005	180	0.013	-85	0.011	180	0.001	96	0.001	172
1.4511	4.33	0.004	179	0.004	-84	0.008	180	0.001	-85	0.001	172
1.4960	4.20	0.003	179	0.002	87	0.005	179	0.002	-85	0.000	0
1.5514	4.05	0.002	177	0.009	90	0.003	178	0.003	-86	0.000	0
1.5988	3.93	0.001	176	0.010	90	0.002	177	0.003	-86	0.000	0
1.6535	3.80	0.001	176	0.008	90	0.002	177	0.003	-86	0.000	0
1.6982	3.70	0.001	177	0.007	90	0.001	178	0.002	-86	0.000	0
1.7453	3.60	0.001	177	0.005	90	0.001	178	0.002	-86	0.000	0
1.7952	3.50	0.001	177	0.004	90	0.001	178	0.002	-86	0.000	0
1.8480	3.40	0.001	177	0.003	90	0.001	178	0.001	-86	0.000	0
1.8982	3.31	0.000	0	0.002	90	0.001	178	0.001	-86	0.000	0
1.9513	3.22	0.000	0	0.001	90	0.001	179	0.001	-86	0.000	0
2.0010	3.14	0.000	0	0.000	0	0.001	179	0.000	0	0.000	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.001	180	0.000	0	0.000	0

***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****

*** MOSES ***

27 March, 2015

*** Response Amplitude Operators

Isometric View

Draft = 24.0 Meters

Roll Gy. Radius = 13.9 Meters

Heading = 120.00 Deg.

Trim Angle = 0.00 Deg.

Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters

Forward Speed = 0.00 Knots

GMT = 6.41 Meters

Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters

Linearization Based on 1/ 20

=====

Of Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.	Wave	Ampl.
0.2501	25.12	0.461	-100	0.780	72	1.036	-21	0.227	76	0.195	77	0.110	-22
0.3002	20.93	0.437	-106	0.745	63	1.100	-31	0.336	71	0.295	71	0.153	-25
0.3502	17.94	0.415	-113	0.704	53	1.240	-44	0.498	64	0.461	64	0.190	-29
0.4002	15.70	0.392	-122	0.657	41	1.533	-67	0.747	51	0.782	48	0.234	-36
0.4501	13.96	0.313	-138	0.605	28	1.674	-114	1.090	23	1.232	2	0.275	-44
0.5003	12.56	0.209	-129	0.536	13	1.087	-167	1.343	-32	0.914	-58	0.307	-52
0.5502	11.42	0.219	-124	0.466	-1	0.583	156	0.937	-103	0.453	-93	0.325	-63
0.6001	10.47	0.217	-131	0.404	-16	0.309	131	0.395	-133	0.251	-105	0.321	-75
0.6504	9.66	0.201	-141	0.334	-33	0.169	111	0.183	-145	0.157	-113	0.294	-86
0.7005	8.97	0.172	-153	0.268	-51	0.091	89	0.082	-153	0.097	-123	0.258	-97
0.7507	8.37	0.135	-163	0.205	-68	0.041	53	0.033	-153	0.049	-136	0.216	-107
0.8004	7.85	0.104	-172	0.150	-85	0.026	-59	0.011	-132	0.010	-152	0.174	-117
0.8502	7.39	0.074	177	0.105	-102	0.051	-132	0.007	-67	0.025	-10	0.131	-127
0.9002	6.98	0.039	173	0.070	-120	0.078	151	0.009	-46	0.064	-44	0.091	-137
0.9506	6.61	0.038	-163	0.042	-138	0.033	106	0.008	-47	0.032	-84	0.059	-145
1.0005	6.28	0.033	-163	0.020	-159	0.018	70	0.006	-53	0.019	-110	0.032	-154
1.0472	6.00	0.027	-173	0.008	127	0.006	17	0.003	-65	0.008	-135	0.011	-176
1.1004	5.71	0.018	-173	0.009	-51	0.002	-5	0.003	24	0.003	-122	0.008	-71
1.1508	5.46	0.012	-172	0.016	-54	0.002	-132	0.004	46	0.001	-54	0.014	-49
1.2014	5.23	0.009	-158	0.005	-139	0.001	155	0.003	7	0.002	-61	0.004	-61
1.2516	5.02	0.008	-139	0.015	160	0.002	122	0.004	-30	0.002	-64	0.005	152
1.3009	4.83	0.007	-146	0.008	145	0.001	102	0.003	-32	0.001	-69	0.002	94
1.3512	4.65	0.007	-156	0.004	63	0.001	-39	0.001	-32	0.001	124	0.005	20
1.3963	4.50	0.007	-164	0.009	14	0.002	-46	0.000	0	0.002	119	0.008	8
1.4511	4.33	0.005	-155	0.005	21	0.001	-39	0.000	0	0.001	122	0.005	13
1.4960	4.20	0.004	-144	0.003	35	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.003	22
1.5514	4.05	0.003	-123	0.002	94	0.001	100	0.000	0	0.001	-69	0.001	82
1.5988	3.93	0.002	-114	0.002	121	0.001	108	0.000	0	0.001	-67	0.001	122
1.6535	3.80	0.002	-114	0.001	121	0.001	108	0.000	0	0.001	-68	0.001	122
1.6982	3.70	0.002	-115	0.001	121	0.001	108	0.000	0	0.000	0	0.001	121
1.7453	3.60	0.002	-115	0.001	121	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.001	119
1.7952	3.50	0.001	-116	0.001	120	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8480	3.40	0.001	-117	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.8982	3.31	0.001	-118	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1.9513	3.22	0.001	-119	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0010	3.14	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
2.0533	3.06	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0

1.6982 3.70 0.001 -102 0.001 -121 0.001 -177 0.000 0 0.000 0 0.001 -113
1.7453 3.60 0.001 -105 0.001 -118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -111
1.7952 3.50 0.001 -107 0.001 -115 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -108
1.8480 3.40 0.001 -111 0.001 -111 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8982 3.31 0.000 0 0.001 -105 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.9513 3.22 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0010 3.14 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0533 3.06 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0

Page 8 Licensee - Global Maritime Rev 7.00.018 serG14

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 180.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

*** MOSES ***

27 March, 2015

+++ M O T I O N R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

Of Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

E N C O U N T E R		Surge /		Sway /		Heave /		Roll /		Pitch /		Yaw /	
Frequency	Period	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
-(Rad/Sec)-	-(Sec)-	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2501	25.12	0.900	-112	0.000	0	1.060	-42	0.000	0	0.386	65	0.000	0
0.3002	20.93	0.826	-123	0.000	0	1.141	-61	0.000	0	0.575	53	0.000	0
0.3502	17.94	0.754	-134	0.000	0	1.345	-85	0.001	91	0.886	39	0.000	0
0.4002	15.70	0.651	-150	0.000	0	1.714	-121	0.001	44	1.413	13	0.000	0
0.4501	13.96	0.440	-172	0.000	0	1.953	176	0.004	-45	1.980	-39	0.000	0
0.5003	12.56	0.230	-158	0.000	0	1.207	100	0.005	168	1.430	-111	0.000	0
0.5502	11.42	0.207	-155	0.000	0	1.521	46	0.001	46	0.636	-159	0.000	0
0.6001	10.47	0.146	-155	0.000	0	0.230	6	0.000	0	0.294	173	0.000	0
0.6504	9.66	0.117	-138	0.000	0	0.092	-27	0.000	0	0.128	154	0.000	0
0.7005	8.97	0.129	-130	0.000	0	0.029	-67	0.000	0	0.045	141	0.000	0
0.7507	8.37	0.133	-138	0.000	0	0.002	-128	0.000	0	0.014	165	0.000	0
0.8004	7.85	0.118	-149	0.000	0	0.007	30	0.000	0	0.010	-160	0.000	0
0.8502	7.39	0.093	-160	0.000	0	0.008	-37	0.000	0	0.004	-155	0.000	0
0.9002	6.98	0.064	-169	0.000	0	0.012	-157	0.000	0	0.007	-22	0.000	0
0.9506	6.61	0.041	-159	0.000	0	0.006	146	0.000	0	0.008	-75	0.000	0
1.0005	6.28	0.036	-153	0.000	0	0.003	98	0.000	0	0.007	-97	0.000	0
1.0472	6.00	0.037	-152	0.000	0	0.003	16	0.000	0	0.005	-120	0.000	0
1.1004	5.71	0.022	-161	0.000	0	0.001	163	0.000	0	0.004	-86	0.000	0
1.1508	5.46	0.014	-174	0.000	0	0.003	-177	0.000	0	0.003	-55	0.000	0
1.2014	5.23	0.014	-160	0.000	0	0.001	177	0.000	0	0.002	-79	0.000	0

1.2516 5.02 0.015 -150 0.000 0 0.001 6 0.000 0 0.002 -114 0.000 0
1.3009 4.83 0.012 -142 0.000 0 0.001 28 0.000 0 0.002 -105 0.000 0
1.3512 4.65 0.009 -130 0.000 0 0.001 65 0.000 0 0.002 -94 0.000 0
1.3963 4.50 0.007 -115 0.000 0 0.001 90 0.000 0 0.002 -85 0.000 0
1.4511 4.33 0.006 -116 0.000 0 0.001 85 0.000 0 0.001 -87 0.000 0
1.4960 4.20 0.005 -117 0.000 0 0.001 79 0.000 0 0.001 -89 0.000 0
1.5514 4.05 0.004 -119 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.5988 3.93 0.003 -119 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -94 0.000 0
1.6535 3.80 0.003 -119 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.6982 3.70 0.002 -118 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.001 -93 0.000 0
1.7453 3.60 0.002 -117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.7952 3.50 0.002 -117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8480 3.40 0.001 -117 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.8982 3.31 0.001 -115 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
1.9513 3.22 0.001 -113 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0010 3.14 0.001 -110 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0
2.0533 3.06 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0 0.000 0

Page 9 ***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 ***** Ser614

*
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 0.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20
*

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Frequency (Rad/Sec) -	ENCOUNTER Period -(Sec)-	Long./Wave Ampl.	Phase	Trans/Wave Ampl.	F O R C E S	Vert./Wave Ampl.	Phase	Roll/Wave Ampl.	Phase	Pitch/Wave Ampl.	Yaw/Wave Ampl.	Phase
0.2501	25.12	157.12	112	0.16	-144	1034.89	-137	0.24	35	10873.46	113	0.75
0.3002	20.93	392.68	125	0.43	-131	1583.16	-120	0.92	48	23485.51	124	1.84
0.3502	17.94	959.08	133	1.16	-113	2515.05	-101	3.28	66	49557.25	134	4.15
0.4002	15.70	2314.06	132	3.68	-108	4233.03	-85	13.09	71	105644.50	138	9.85
0.4501	13.96	4593.55	105	13.81	-142	7138.02	-92	58.98	39	192718.38	116	22.55
0.5003	12.56	4600.40	70	28.48	135	6697.15	-120	143.06	-42	176353.59	80	32.02
0.5502	11.42	2732.93	67	11.12	78	3670.52	-125	63.66	-98	98598.91	70	24.64
0.6001	10.47	1435.35	95	4.58	96	1949.85	-100	29.74	-79	54140.42	87	17.82
0.6504	9.66	760.65	161	2.35	133	1016.99	-64	17.43	-40	27228.34	114	12.19
0.7005	8.97	989.23	-127	1.46	-176	508.88	-13	12.36	10	11655.64	158	8.08
0.7507	8.37	1128.63	-85	1.00	-121	265.67	53	9.70	67	4763.62	-125	5.20
0.8004	7.85	955.07	-47	0.78	-66	135.84	119	8.43	121	4213.00	-42	3.72

0.8502	7.39	605.58	0	0.61	-12	116.61	-129	7.36	176	3773.55	0	3.10	-54
0.9002	6.98	376.04	85	0.54	48	84.17	-81	7.19	-123	1210.33	-43	3.05	12
0.9506	6.61	334.94	-167	0.26	113	89.20	28	3.93	-59	2775.76	-105	1.39	71
1.0005	6.28	302.34	-113	0.15	166	60.88	83	2.42	-6	2871.06	-82	0.67	122
1.0472	6.00	498.23	-48	0.18	-104	108.40	164	3.00	78	3195.93	-43	0.93	-118
1.1004	5.71	158.84	-29	0.02	-61	10.95	130	0.60	121	1875.12	-77	0.03	-170
1.1508	5.46	120.15	86	0.08	51	59.90	-6	1.47	-130	1785.69	-121	0.54	58
1.2014	5.23	133.67	-20	0.02	15	12.50	-19	0.47	-158	1394.90	-93	0.15	4
1.2516	5.02	321.01	-41	0.04	-92	34.19	-175	0.75	83	1437.01	-59	0.43	-86
1.3009	4.83	297.86	-48	0.03	-100	31.87	160	0.62	74	1544.85	-64	0.36	-94
1.3512	4.65	254.95	-57	0.02	-115	32.67	129	0.39	60	1664.02	-72	0.23	-109
1.3963	4.50	225.38	-68	0.01	-148	40.07	108	0.23	27	1787.18	-77	0.15	-141
1.4511	4.33	201.60	-66	0.01	-129	31.03	109	0.16	44	1497.60	-79	0.11	-121
1.4960	4.20	182.04	-64	0.01	-102	23.80	110	0.13	69	1266.62	-80	0.10	-95
1.5514	4.05	159.11	-62	0.01	-67	15.04	112	0.14	106	988.05	-82	0.12	-62
1.5988	3.93	143.90	-60	0.01	-58	11.24	112	0.15	116	847.10	-83	0.12	-55
1.6535	3.80	129.40	-61	0.01	-59	9.75	111	0.13	115	759.78	-84	0.11	-56
1.6982	3.70	117.70	-61	0.01	-60	8.55	109	0.12	115	689.51	-84	0.10	-57
1.7453	3.60	105.39	-62	0.01	-61	7.32	106	0.10	114	616.40	-85	0.09	-58
1.7952	3.50	92.43	-62	0.00	-62	6.05	103	0.09	113	540.15	-86	0.07	-59
1.8480	3.40	78.79	-63	0.00	-64	4.77	97	0.08	111	460.56	-88	0.06	-62
1.8982	3.31	65.88	-64	0.00	-67	3.64	88	0.06	109	385.88	-89	0.05	-65
1.9513	3.22	52.35	-66	0.00	-72	2.64	70	0.05	106	308.36	-92	0.04	-70
2.0010	3.14	39.79	-69	0.00	-79	2.14	41	0.04	101	237.38	-96	0.03	-78
2.0533	3.06	26.82	-74	0.00	-94	2.36	7	0.02	89	165.87	-105	0.02	-94

Page 10 Licensee - Global Maritime
Rev 7.00.018
Ser614[illegible]

+++ CARGO FORCE RESPONSE OPERATORS +++

On weight of 153202.0	At Point On Body	FS0	At X =	115.0	Y =	0.0	Z =	13.4
-----------------------	------------------	-----	--------	-------	-----	-----	-----	------

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/--- ENCOUNTER ---/		/-----/		F O R C E S		/-----/		/-----/		M O M E N T S		/-----/	
Frequency	Period	Long./Wave	Am.	Trans./wave	Am.	Vert./wave	Am.	Roll/wave	Am.	Pitch/wave	Am.	Yaw/wave	Am.
(Rad/sec)	(Sec)	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase	Ampl.	Phase
0.2501	25.12	131.29	106	151.04	-14	1027.78	-143	429.07	-71	9437.25	110	4312.68	26
0.3002	20.93	328.13	118	243.55	11	1567.61	-128	899.74	-62	20492.54	120	8510.41	35
0.3502	17.94	808.73	127	387.34	38	2466.62	-111	1777.32	-54	43345.45	128	14551.38	42
0.4002	15.70	2015.30	124	769.69	63	4115.04	-97	3291.47	-50	94247.05	130	23116.16	53

Page	11	Licensee - Global Maritime										Rev 7.00.018	Page	11	Rev 7.00.018	Page	11
0.4501	13.96	4176.03	95	1464.17	76	7045.91	-105	5599.92	-52	177044.80	107	33938.34	66				
0.5003	12.56	4368.44	57	2929.52	68	6827.69	-135	9232.59	-89	165274.53	68	45811.50	81				
0.5502	11.42	2817.00	50	2447.83	53	3808.84	-144	5764.98	-141	93865.17	57	55970.67	98				
0.6001	10.47	1776.52	68	1789.95	77	2096.84	-122	2390.10	-144	55504.20	72	63254.86	115				
0.6504	9.66	1019.43	101	1415.31	107	1213.75	-91	843.89	-139	32648.90	96	64444.32	133				
0.7005	8.97	622.13	162	1068.23	141	696.57	-52	73.85	173	18027.37	128	58937.55	152				
0.7507	8.37	647.06	-126	680.01	180	342.54	-3	273.57	83	7989.18	168	45130.14	170				
0.8004	7.85	762.23	-79	345.52	-124	166.74	61	272.13	85	2435.89	-115	27417.43	175				
0.8502	7.39	758.61	-38	258.47	-24	136.70	166	179.38	72	4875.34	-1	11396.40	174				
0.9002	6.98	702.17	6	450.69	46	270.22	-151	164.79	38	8565.87	12	12641.71	114				
0.9506	6.61	376.52	45	430.01	102	96.95	-92	203.01	39	3629.89	-4	19059.74	132				
1.0005	6.28	168.44	47	314.05	139	41.40	0	163.18	41	3485.97	-56	16941.99	152				
1.0472	6.00	183.32	-61	327.24	-153	109.61	85	88.06	19	5496.91	-72	15162.67	-171				
1.1004	5.71	291.54	-27	95.23	-164	44.11	108	147.41	-8	3853.59	-70	7412.40	-179				
1.1508	5.46	385.77	-17	95.23	31	26.58	-167	220.51	-13	2584.50	-68	2121.91	156				
1.2014	5.23	279.31	-37	32.17	-106	20.14	88	132.69	7	2508.95	-84	3336.19	-160				
1.2516	5.02	232.99	-69	151.68	-128	51.68	60	115.12	57	2629.90	-99	5247.89	-143				
1.3009	4.83	188.97	-70	121.28	-151	44.40	49	95.61	52	2225.90	-104	4322.37	-157				
1.3512	4.65	138.33	-65	110.59	168	35.20	32	72.52	34	1768.88	-110	3640.58	175				
1.3963	4.50	95.32	-56	146.57	139	31.08	10	60.11	7	1391.27	-117	3934.01	148				
1.4511	4.33	77.48	-62	125.83	136	30.87	6	44.95	6	1203.05	-122	3253.04	142				
1.4960	4.20	64.02	-69	108.63	133	30.84	4	33.31	5	1060.73	-126	2708.06	136				
1.5514	4.05	48.69	-82	89.51	127	30.90	0	19.27	3	900.34	-123	2142.10	123				
1.5988	3.93	42.59	-88	78.58	125	29.08	0	13.36	2	801.17	-136	1872.17	117				
1.6535	3.80	39.21	-85	69.34	123	25.48	-1	11.50	2	707.68	-136	1664.15	115				
1.6982	3.70	36.25	-83	62.15	121	22.59	-2	10.02	3	632.64	-136	1503.40	113				
1.7453	3.60	33.29	-80	54.73	119	19.57	-3	8.43	4	554.15	-135	1336.19	111				
1.7952	3.50	30.42	-77	46.90	116	16.43	-5	6.79	5	472.13	-134	1159.26	108				
1.8480	3.40	27.44	-72	39.01	111	13.16	-7	5.09	6	386.42	-133	981.17	103				
1.8982	3.31	24.82	-67	31.90	104	10.12	-11	3.47	9								

Page 11 Licensee - Global Maritime
Rev 7.00.018 Ser614[illegible]

+++ CARGO FORCE RESPONSE OPERATORS +++

On weight of 153202.0 At Point On Body FSO At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/--- ENCOUNTER ---/		/-----/		F O R C E S		-----/ /		M O M E N T S		-----/			
Frequency (Rad/Sec)	Period -(Sec)-	Long./wave Ampl.	Phase Am.	Trans/wave Ampl.	Phase Am.	Vert./wave Ampl.	Phase Am.	Roll/wave Ampl.	Phase Am.	Pitch/wave Ampl.	Phase Am.	Yaw/wave Ampl.	Phase Am.
0.2501	25.12	71.98	88	212.17	-33	1012.80	-158	749.29	-80	5473.42	101	4364.47	22
0.3002	20.93	175.80	100	292.81	-10	1541.07	-150	1606.02	-75	11958.92	106	8734.62	24
0.3502	17.94	441.27	106	442.03	23	2356.00	-140	3227.80	-70	25465.39	111	14846.54	27
0.4002	15.70	1166.59	102	1012.41	49	3780.36	-133	6271.80	-71	57156.27	110	23889.22	32
0.4501	13.96	2791.16	67	2516.43	52	6464.37	-145	11768.27	-85	118650.69	79	35535.62	38
0.5003	12.56	3034.02	21	4994.53	31	6595.43	178	18423.86	-122	110303.90	35	49459.05	46
0.5502	11.42	2303.60	5	4952.57	5	3948.29	159	14341.95	-173	64930.43	18	62969.51	55
0.6001	10.47	1915.52	11	3700.87	13	2219.04	167	7276.09	175	42727.63	27	74677.55	65
0.6504	9.66	1680.24	19	3147.13	32	1365.27	-171	3908.29	-177	31262.23	42	82204.51	78
0.7005	8.97	1399.11	26	2780.04	54	890.44	-145	2021.81	-162	22662.52	57	85067.67	92
0.7507	8.37	996.20	34	2397.80	78	463.94	-117	872.32	-142	13475.54	70	82399.99	110
0.8004	7.85	583.39	43	2055.58	105	305.24	-37	222.41	-103	4183.59	70	76982.13	130
0.8502	7.39	221.41	45	1726.85	134	492.28	2	209.28	35	8159.26	-86	69492.09	152
0.9002	6.98	185.73	-60	1422.53	167	486.49	47	379.15	67	23108.79	-100	60361.69	176
0.9506	6.61	331.83	-65	987.51	-158	355.95	47	359.63	86	15821.14	-114	44544.79	-160
1.0005	6.28	390.25	-55	634.96	-124	211.83	59	250.15	87	9772.06	-117	28552.16	-139
1.0472	6.00	424.56	-41	524.51	-64	117.89	105	149.96	61	4414.07	-99	15830.34	-95
1.1004	5.71	274.58	-18	216.01	8	30.91	109	263.98	14	2136.32	-103	3154.89	-6
1.1508	5.46	207.75	14	410.29	63	29.64	-75	414.79	11	537.88	-129	11875.66	57
1.2014	5.23	119.39	-6	197.03	114	18.06	32	340.32	15	953.14	-120	4479.14	71
1.2516	5.02	86.30	-64	344.24	-176	51.74	64	308.70	25	1355.30	-116	3569.42	-152
1.3009	4.83	111.82	-38	184.26	-160	16.39	77	217.85	24	560.63	-115	2757.70	-73
1.3512	4.65	162.95	-19	101.89	-59	28.79	-130	117.81	20	362.75	63	6632.81	-28
1.3963	4.50	216.05	-11	278.99	-24	67.05	-124	30.21	7	1168.81	63	11013.54	-19
1.4511	4.33	166.15	-20	188.59	-31	35.07	-127	10.91	39	569.26	65	7384.99	-23
1.4960	4.20	130.93	-33	119.36	-44	9.74	-142	13.17	135	91.84	85	4505.80	-32
1.5514	4.05	103.04	-58	64.64	-95	22.62	68	33.33	159	505.91	-121	1710.68	-82
1.5988	3.93	94.97	-69	64.06	-123	31.45	65	38.17	162	671.26	-120	1637.01	-124
1.653													

Page 12

Rev 7.00.018

Ser614

```
***** Global Maritime *****  
***** Licensee *****  
*****  
*****  
***** - Response Amplitude Operators *****  
***** Isometric View *****  
*****  
***** Draft = 24.0 Meters *****  
***** Roll Gy. Radius = 13.9 Meters *****  
***** Heading = 90.00 Deg. *****  
*****  
***** Trim Angle = 0.00 Deg. *****  
***** Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters *****  
***** Forward Speed = 0.00 Knots *****  
***** GMT = 6.41 Meters *****  
***** Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters *****  
***** Linearization Based on 1/ 20 *****  
*****  
***** MOSES *****  
***** ----- *****  
*****  
***** 27 March, 2015 *****  
*****  
*****  
*****
```

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/--- ENCOUNTER ---/ Frequency (Rad/sec) -		/--- F O R C E S ---/ Long./wave Am. Ampl. Phase		F O R C E S Trans./Wave Am. Ampl. Phase		---/ Vert./Wave Am. Ampl. Phase		---/ Roll/wave Am. Ampl. Phase		M O M E N T S Pitch/Wave Am. Ampl. Phase		---/ Yaw/wave Am. Ampl. Phase	
0.2501	25.12	10.33	-3	187.34	-72	1004.42	179	868.77	-92	38.60	-9	904.39	91
0.3002	20.93	19.34	-2	174.59	-67	1525.86	179	1875.60	-92	107.23	-11	1201.92	91
0.3502	17.94	31.87	-4	113.03	6	2294.61	177	3811.53	-93	253.42	-24	1458.94	92
0.4002	15.70	46.02	-4	637.21	45	3583.52	169	7574.47	-100	420.25	-48	1615.31	95
0.4501	13.96	103.21	11	2255.86	24	5276.99	145	14946.95	-122	1317.57	1	1550.42	97
0.5003	12.56	148.99	-26	4862.47	-17	5312.35	105	23008.47	-168	3301.49	-86	934.39	114
0.5502	11.42	127.74	-28	5483.87	-61	3497.00	74	19643.80	136	3077.68	-147	1382.01	179
0.6001	10.47	151.17	-19	4247.53	-77	2091.62	61	10994.61	112	2197.47	-168	2584.73	-170
0.6504	9.66	184.94	-14	3575.47	-77	1233.93	58	6710.75	111	1688.22	-167	3625.96	-168
0.7005	8.97	226.93	-10	3198.44	-74	685.09	57	4263.88	113	1521.58	-157	4266.79	-166
0.7507	8.37	270.61	-9	2886.93	-70	236.57	48	2540.35	116	1781.09	-146	4568.70	-154
0.8004	7.85	310.93	-6	2598.55	-66	352.85	-132	1243.41	121	2360.75	-151	5518.90	-139
0.8502	7.39	367.51	-4	2312.38	-61	856.55	-159	193.25	127	2590.57	-170	7136.70	-131
0.9002	6.98	391.28	-13	2005.19	-57	729.57	155	754.92	-50	2005.46	150	8377.48	-130
0.9506	6.61	402.07	-11	1609.50	-54	491.12	156	1753.73	-47	1135.27	163	8186.16	-122
1.0005	6.28	375.69	-11	1062.71	-55	322.16	157	2830.39	-51	574.44	168	8963.20	-108
1.0472	6.00	333.61	-12	493.07	-54	197.69	162	3696.98	-55	152.41	137	10633.10	-96
1.1004	5.71	319.68	-8	416.16	66	92.67	162	3611.58	-74	128.60	16	12036.06	-98
1.1508	5.46	306.65	-5	920.81	83	7.29	59	3463.62	-85	350.66	-3	12493.46	-98
1.2014	5.23	288.27	-2	944.19	81	102.41	17	2478.28	-89	603.68	-4	10882.26	-97
1.2516	5.02	270.93	0	978.30	79	196.81	15	1563.25	-96	853.99	-5	9312.83	-95
1.3009	4.83	237.05	0	791.21	81	246.09	9	1032.29	-98	884.41	-6	7321.61	-94
1.3512	4.65	200.71	0	577.72	85	293.77	3	530.31	-97	895.27	-7	5218.05	-91
1.3963	4.50	168.51	0	395.82	94	337.50	0	86.07	-83	908.86	-7	3358.29	-84
1.4511	4.33	134.00	0	126.51	95	254.06	0	106.83	94	629.36	-7	1510.64	-82
1.4960	4.20	106.04	0	87.59	-92	187.06	0	256.18	94	405.19	-8	152.84	-12
1.5514	4.05	71.93	-2	342.50	-89	105.85	-1	430.70	93	133.97	-10	1719.79	85
1.5988	3.93	57.29	-3	402.03	-89	75.17	-2	461.15	93	44.90	-17	2174.86	87
1.6535	3.80	51.82	-3	348.67	-89	70.14	-2	406.82	93	52.73	-12	1901.39	87
1.6982	3.70	47.36	-2	305.62	-89	66.11	-1	363.27	93	59.26	-10	1679.10	87
1.7453	3.60	42.66	-2	260.71	-89	61.91	-1	318.01	93	66.23	-7	1445.55	87
1.7952	3.50	37.71	-2	213.78	-89	57.53	-1	270.88	93	73.65	-5	1199.89	87
1.8480	3.40	32.49	-2	164.70	-89	52.95	-1	221.68	93	81.53	-4	941.13	87
1.8982	3.31	27.53	-2	118.53	-89	48.63	-1	175.47	93	89.05	-2	696.16	86
1.9513	3.22	22.31	-2	70.35	-89	44.12	0	127.24	93	97.01	-1	438.85	86
2.0010	3.14	17.43	-1	25.71	-90	39.93	0	82.53	93	104.47	0	199.10	84
2.0533	3.06	12.32	0	20.75	90	35.56	0	35.93	93	112.32	0	53.85	-79

1.7453 3.60 72.97 64 41.81 -59 23.29 -72 24.82 21 526.10 111 1098.53 -60
1.7952 3.50 64.11 64 33.69 -59 19.71 -72 20.45 20 454.12 110 872.43 -61
1.8480 3.40 54.77 63 25.21 -59 15.96 -72 15.91 19 378.76 110 637.29 -64
1.8982 3.31 45.96 62 17.25 -59 12.43 -72 11.65 16 307.77 109 419.74 -70
1.9513 3.22 36.73 60 8.89 -60 8.73 -73 7.24 10 233.61 107 207.22 -90
2.0010 3.14 28.16 57 1.12 -72 5.29 -75 3.38 -7 164.94 105 136.80 -167
2.0533 3.06 19.29 52 7.06 122 1.72 -84 2.42 -103 94.16 98 311.28 150

Page 14 Licensee - Global Maritime Rev 7.00.018 Ser614

* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* Heading = 150.00 Deg. Forward Speed = 0.00 Knots Linearization Based on 1/ 20

+++ C A R G O F O R C E R E S P O N S E O P E R A T O R S +++
=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

/---- ENCOUNTER ----/		F O R C E S		/-----/		M O M E N T S		/-----/	
Frequency	Period	Long./wave	Trans./wave	Vert./wave	Roll/wave	Pitch/wave	Yaw/wave	Ampl.	Phase
(Rad/Sec) -	-(Sec) -	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase	Ampl. Phase		
0.2501	25.12	133.22 -124	114.73 -153	1027.76 142	429.36 -111	9425.19 -111	4396.95 -152		
0.3002	20.93	322.63 -130	193.98 171	1586.93 126	898.62 -120	20348.15 -121	8703.46 143		
0.3502	17.94	798.48 -141	301.92 136	2513.35 104	1780.20 -130	42848.01 -133	14633.97 134		
0.4002	15.70	1950.24 -167	415.17 97	4153.98 72	3272.65 -149	90883.48 -156	23077.94 122		
0.4501	13.96	4033.26 137	492.39 41	5865.00 13	5845.24 -178	165594.13 151	33454.66 108		
0.5003	12.56	4212.41 71	984.15 -97	4506.21 -56	9846.60 115	150463.20 82	44746.17 92		
0.5502	11.42	2761.85 35	1566.08 153	2444.52 -103	5906.39 31	83513.56 38	54344.52 74		
0.6001	10.47	1878.49 19	1470.96 99	1363.65 -137	2458.00 -7	48848.70 16	60127.77 54		
0.6504	9.66	1295.86 15	1355.19 59	736.62 -164	844.38 -35	28915.95 1	59295.89 33		
0.7005	8.97	945.30 21	1221.24 21	358.63 167	66.75 -127	15576.74 -12	53965.88 12		
0.7507	8.37	876.48 32	934.83 -16	128.15 137	247.86 110	6635.54 -18	41908.43 -9		
0.8004	7.85	913.49 36	615.81 -56	26.59 -2	240.23 90	1571.53 26	25955.34 -29		
0.8502	7.39	970.59 34	339.18 -104	89.80 -86	116.09 84	3729.36 82	10854.99 -34		
0.9002	6.98	1030.69 26	189.05 -176	151.93 -147	87.29 178	6313.52 51	6725.28 25		
0.9506	6.61	830.76 4	152.65 110	100.17 86	187.86 172	1653.93 52	10106.30 37		
1.0005	6.28	554.30 0	150.78 67	76.72 21	201.11 154	2239.36 107	11103.76 29		
1.0472	6.00	225.04 20	160.41 20	179.97 -53	189.87 126	5131.78 111	11459.79 14		
1.1004	5.71	364.10 14	88.87 27	43.99 -72	103.03 173	2538.43 93	7722.82 12		
1.1508	5.46	451.24 14	29.46 41	60.71 151	123.61 -137	1432.73 41	4651.58 8		
1.2014	5.23	320.27 27	44.37 -50	19.69 -145	89.87 174	1599.66 77	3551.85 -6		
1.2516	5.02	226.65 53	90.61 -64	52.81 -68	139.17 134	2173.80 98	2865.55 -27		
1.3009	4.83	168.17 56	67.05 -26	45.48 -51	107.74 140	1870.00 106	2686.89 -5		


```
0.9506 6.61 582.83 22 0.08 -107 84.93 -33 1.21 76 3117.69 104 0.40 -136
1.0005 6.28 573.85 28 0.07 -170 50.66 -81 1.08 14 3054.92 82 0.45 170
1.0472 6.00 647.72 27 0.11 134 55.13 -163 1.78 -43 2665.22 59 0.54 124
1.1004 5.71 427.27 19 0.01 57 18.10 -16 0.16 -108 1906.78 93 0.19 45
1.1508 5.46 282.29 7 0.06 -24 62.64 2 1.13 152 1887.25 124 0.42 -13
1.2014 5.23 323.06 20 0.02 11 13.83 -2 0.46 -177 1402.67 100 0.16 34
1.2516 5.02 373.73 29 0.03 103 33.49 -173 0.54 -83 1319.50 65 0.31 114
1.3009 4.83 320.59 38 0.03 110 29.01 -151 0.48 -75 1371.66 74 0.28 118
1.3512 4.65 265.17 50 0.02 114 28.11 -114 0.36 -69 1482.89 85 0.22 120
1.3963 4.50 229.33 65 0.01 121 36.07 -89 0.25 -59 1631.72 94 0.17 122
1.4511 4.33 201.24 64 0.01 103 38.17 -94 0.19 -74 1377.29 92 0.13 102
1.4960 4.20 179.13 63 0.01 82 22.06 -100 0.16 -93 1174.37 90 0.12 79
1.5514 4.05 151.74 61 0.01 53 15.36 -114 0.16 -122 932.29 86 0.13 51
1.5988 3.93 135.26 60 0.01 45 12.53 -122 0.15 -131 806.77 85 0.13 43
1.6535 3.80 121.81 60 0.01 46 10.83 -121 0.14 -131 723.79 86 0.12 44
1.6982 3.70 110.79 61 0.01 46 9.47 -119 0.12 -130 657.20 86 0.11 44
1.7453 3.60 87.24 61 0.01 47 8.06 -117 0.11 -129 587.84 87 0.09 46
1.7952 3.50 74.35 62 0.00 49 6.60 -115 0.09 -128 515.53 88 0.08 47
1.8480 3.40 62.28 63 0.00 51 5.10 -110 0.08 -126 440.04 89 0.07 49
1.8982 3.31 49.64 66 0.00 54 3.74 -102 0.06 -124 369.26 91 0.05 53
1.9513 3.22 37.94 69 0.00 59 2.48 -85 0.05 -120 295.79 94 0.04 58
2.0010 3.14 25.87 75 0.00 68 1.79 -50 0.03 -113 228.57 98 0.03 68
2.0533 3.06 25.87 75 0.00 86 2.14 -6 0.02 -98 160.90 107 0.02 87
```

```
*****
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters Trim Angle = 0.00 Deg. GMT = 6.41 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters Period = 17.0 Sec. M. Heading = 0.0 Deg.
* S. Coef.=200.0 Gamma = 3.30
*****
```

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00
1.50	107.68	0.80	6.20	0.12	637.83	21.15
2.00	170.29	1.30	11.95	0.26	1010.06	32.40
2.50	220.35	1.73	21.23	0.56	1369.26	44.51

```
***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****
*
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters
* S. Coef.=200.0
*
*****
3.00 358.68 2.89 43.38 1.52 2321.00 81.62
3.50 502.39 4.15 74.84 3.21 3365.79 147.94
4.00 573.71 5.35 103.64 5.65 3978.81 233.30
4.50 769.68 8.31 173.60 8.34 5542.28 400.88
5.00 1000.35 12.06 323.44 12.84 8915.88 579.48
5.50 1360.08 15.79 663.96 21.12 17751.93 769.39
6.00 1852.57 21.99 1275.50 36.33 33964.14 1073.96
6.50 2319.52 31.13 2189.59 59.80 58239.82 1397.10
7.00 2840.53 41.06 3376.71 89.75 90141.79 1626.76
7.50 3593.85 50.73 4783.63 124.99 128053.56 1741.31
8.00 4591.00 60.25 6380.28 166.48 170616.03 1765.46
8.50 5711.67 69.34 8121.70 212.57 216417.31 1731.30
9.00 6775.00 76.40 9822.27 253.72 260944.31 1664.20
9.50 7534.47 78.47 11126.49 273.08 295408.44 1581.01
10.00 7893.13 75.45 11862.44 268.67 315024.03 1492.05
10.50 7835.32 69.38 11977.92 249.16 317570.03 1403.35
11.00 7476.62 62.71 11630.95 225.44 306875.19 1317.17
11.50 6969.99 57.07 11031.87 204.90 288755.47 1238.08
12.00 6410.04 52.50 10324.63 188.21 267349.88 1162.77
12.50 5896.23 48.82 9655.83 174.93 247086.45 1093.24
13.00 5473.06 45.87 9087.57 164.37 230007.17 1031.43
13.50 5112.29 43.28 8584.71 155.11 215166.47 973.35
14.00 4794.28 40.87 8129.28 146.50 201968.42 917.95
14.50 4527.66 38.74 7740.06 138.91 190878.08 868.68
15.00 4305.03 36.88 7407.91 132.29 181605.53 825.59
15.50 4103.18 35.15 7099.95 126.10 173182.98 785.44
16.00 3905.85 33.44 6795.49 119.96 164947.75 746.00
16.50 3719.52 31.81 6508.33 114.13 157189.59 708.91
17.00 3555.68 30.38 6257.41 108.98 150390.36 676.40
```

```
*****
*
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters
* S. Coef.=200.0
*
*****
*** MOSES ***
-----
27 March, 2015
*
*
*
* Trim Angle = 0.00 Deg.
* Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters
* Period = 17.0 Sec.
*
* GMT = 6.41 Meters
* Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* M. Heading = 30.0 Deg.
* Gamma = 3.30
*
*****
```

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On Weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
--------	----------	----------	----------	----------	-----------	---------

1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12
1.50	49.67	54.50	4.60	447.66	1434.57
2.00	61.75	87.88	13.69	851.52	2197.93
2.50	86.31	117.59	34.50	1227.60	3019.63
3.00	187.70	196.34	94.12	2430.34	5537.48
3.50	356.11	281.33	184.91	4268.62	10037.41
4.00	581.97	362.31	287.80	6417.94	15829.64
4.50	726.81	562.77	332.63	9097.46	27200.00
5.00	993.41	815.66	446.80	13161.01	39320.61
5.50	1358.32	1062.85	840.77	21455.42	52205.61
6.00	1661.88	1467.33	1666.96	36208.76	72863.81
6.50	2081.16	2055.08	2877.29	59527.49	94779.13
7.00	2754.23	2680.21	4399.63	89721.60	110352.44
7.50	3635.06	3272.09	6222.15	124669.77	118114.71
8.00	4621.38	3829.03	8372.53	163253.27	119742.87
8.50	5629.42	4313.88	10631.83	204629.56	117414.59
9.00	6542.91	4636.92	12525.32	244872.92	112851.48
9.50	7163.23	4678.79	13427.59	275681.28	107200.26
10.00	7416.32	4460.71	13319.32	292616.47	101163.91
10.50	7300.11	4101.13	12561.41	293806.50	95149.27
11.00	6924.37	3723.80	11592.05	282925.91	89307.52
11.50	6431.11	3408.90	10701.55	265479.09	83947.34
12.00	5902.57	3150.75	9921.09	245275.34	78842.98
12.50	5424.85	2938.58	9259.18	226354.06	74129.81
13.00	5035.38	2764.38	8708.08	210551.33	69939.24
13.50	4705.57	2608.32	8211.22	196926.47	66001.12
14.00	4415.13	2462.12	7747.17	184853.77	62244.48
14.50	4171.04	2333.04	7340.41	174716.20	58903.95
15.00	3966.54	2220.72	6988.39	166237.72	55981.70
15.50	3780.63	2116.25	6661.30	158532.17	53259.37
16.00	3598.53	2013.11	6338.35	150991.25	50585.03
16.50	3426.30	1915.33	6032.99	143878.48	48069.62
17.00	3274.60	1829.01	5764.70	137636.47	45865.53


```

*****
* Licensee - Global Maritime
* *****
* *** MOSES ***
* -----
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters
* S. Coef.=200.0
* *****

```

Rev 7.00.018

27 March, 2015

```

*****
* GMT = 6.41 Meters
* Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
* M. Heading = 90.0 Deg.
* Gamma = 3.30
* *****

```

```

+++ C A R G O   F O R C E   S T A T I S T I C S +++
=====

```

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04
1.50	46.18	151.15	96.79	255.99	237.92	905.70
2.00	72.07	365.01	121.50	474.92	229.28	2050.87
2.50	114.38	472.77	183.29	613.58	416.92	3035.77
3.00	239.36	838.47	323.62	1454.98	838.56	6955.51
3.50	427.99	1280.91	508.41	2849.80	1492.54	13049.91
4.00	588.88	1871.94	510.99	4955.76	1607.71	19825.70
4.50	689.78	2341.61	681.51	6019.74	1946.65	21325.30
5.00	758.27	3401.64	1024.77	5412.46	2921.40	19613.36
5.50	760.85	4495.48	1361.74	5615.05	3935.49	18062.75
6.00	713.45	5443.47	1642.69	7947.99	4259.89	16285.28
6.50	654.88	6323.02	2258.66	11729.87	4212.61	14692.36
7.00	600.41	7167.40	3220.49	16322.78	4356.63	13404.46
7.50	552.40	8001.14	4370.62	21527.63	4775.69	12198.93
8.00	511.80	8803.92	5635.73	27214.85	5339.33	11031.98
8.50	479.14	9375.15	6929.74	32396.18	5875.09	9971.46
9.00	453.15	9499.68	8104.87	35901.74	6219.75	9068.16
9.50	429.09	9139.19	8942.80	36979.48	6243.51	8343.90
10.00	403.02	8458.14	9373.25	36001.38	5977.91	7762.36
10.50	374.81	7669.75	9406.95	33771.77	5541.77	7285.14
11.00	345.96	6923.35	9164.96	31119.75	5061.71	6864.26
11.50	319.48	6316.06	8774.80	28654.20	4634.13	6491.01

```
***** Licensee - Global Maritime ***** Rev 7.00.018 *****
*
* ***** MOSES *****
* -----
*
* - Response Amplitude Operators
* Isometric View
* Draft = 24.0 Meters
* Roll Gy. Radius = 13.9 Meters
* JONSWAP Height = 2.5 Meters
* S. Coef.=200.0
*
*****
```

```
Trim Angle = 0.00 Deg.
Pitch Gy. Radius = 40.6 Meters
Period = 17.0 Sec.

GMT = 6.41 Meters
Yaw Gy. Radius = 48.6 Meters
M. Heading = 150.0 Deg.
Gamma = 3.30
```

27 March, 2015

+++ C A R G O F O R C E S T A T I S T I C S +++
=====

On weight of 153202.0 At Point On Body F50 At X = 115.0 Y = 0.0 Z = 13.4

Maximum Responses Based on a Multiplier of 3.720

Process is DEFAULT: Units Are Degrees, Meters, and M-Tons Unless Specified

Period	Long For	Tran For	Vert For	Roll Mom	Pitch Mom	Yaw Mom
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12
1.50	52.52	56.65	14.63	3.67	446.21	1482.06
2.00	66.31	92.75	29.29	11.54	848.44	2313.02
2.50	85.60	119.48	39.27	33.88	1175.86	3052.20
3.00	192.22	187.22	68.07	88.30	2153.06	5244.99
3.50	404.56	220.20	101.35	176.43	3477.72	8226.93
4.00	752.08	237.46	141.80	249.56	4861.37	12446.53
4.50	1065.27	403.57	216.39	318.91	7122.41	21242.10
5.00	1517.44	673.22	291.56	432.24	10489.99	31314.26
5.50	1863.82	1057.16	485.81	831.66	18160.26	45795.18
6.00	2093.98	1544.50	878.91	1705.51	31785.17	66693.97
6.50	2463.50	2022.76	1510.25	2982.30	52972.17	87374.73
7.00	3062.62	2388.37	2358.83	4583.13	80448.85	102136.20
7.50	3834.59	2628.08	3379.44	6490.72	112316.12	110188.23
8.00	4699.16	2764.21	4537.89	8737.96	147644.59	112800.88
8.50	5596.61	2781.63	5809.57	11129.76	185882.23	111509.19

Licensee - Global Maritime

Rev 7.00.018

Ser614

*
*
*
*
*

- Response Amplitude Operators
Isometric View

** MOSES **
*
*
*
*
*

27 March, 2015
*
*
*
*

+++ I N D E X O F O U T P U T +++
=====

MOTION RESPONSE OPERATORS 2
CARGO FORCE RESPONSE OPERATORS 9
CARGO FORCE STATISTICS 16
INDEX OF OUTPUT 22

6.00	2270.17	23.24	831.68	27.31	29908.32	1001.24
6.50	2580.92	30.51	1472.65	47.66	51871.29	1311.81
7.00	3018.23	36.17	2347.78	73.27	80883.13	1533.49
7.50	3712.10	40.05	3415.32	103.68	115340.59	1654.42
8.00	4630.31	42.55	4638.93	139.59	154085.84	1693.69
8.50	5669.13	43.61	5992.66	178.65	196305.97	1674.34
9.00	6668.75	43.06	7382.84	212.95	238101.66	1618.05
9.50	7387.68	41.13	8613.76	230.07	271254.28	1542.13
10.00	7724.40	38.45	9505.58	228.74	290936.97	1458.53
10.50	7660.38	35.60	9914.72	215.16	294700.78	1374.13
11.00	7306.46	32.93	9901.40	197.37	285920.63	1291.66
11.50	6810.85	30.65	9594.27	180.98	269876.19	1215.62
12.00	6264.74	28.64	9118.55	166.81	250457.94	1142.88
12.50	5764.11	26.88	8613.47	155.08	231853.44	1075.51
13.00	5351.72	25.36	8147.61	145.60	216018.41	1015.47
13.50	4999.82	23.96	7710.67	137.25	202145.08	958.91
14.00	4689.20	22.63	7306.05	129.53	189757.97	904.90
14.50	4428.42	21.45	6959.62	122.77	179337.64	856.87
15.00	4210.41	20.41	6665.07	116.92	170623.56	814.82
15.50	4012.61	19.43	6393.02	111.46	162709.02	775.58
16.00	3819.26	18.47	6125.30	106.07	154975.84	736.97
16.50	3636.76	17.57	5874.33	100.95	147699.69	700.63
17.00	3476.34	16.77	5656.50	96.44	141331.94	668.77

CONDITION #1: FULL LOAD - WAVE HEADING ANGLE 0°

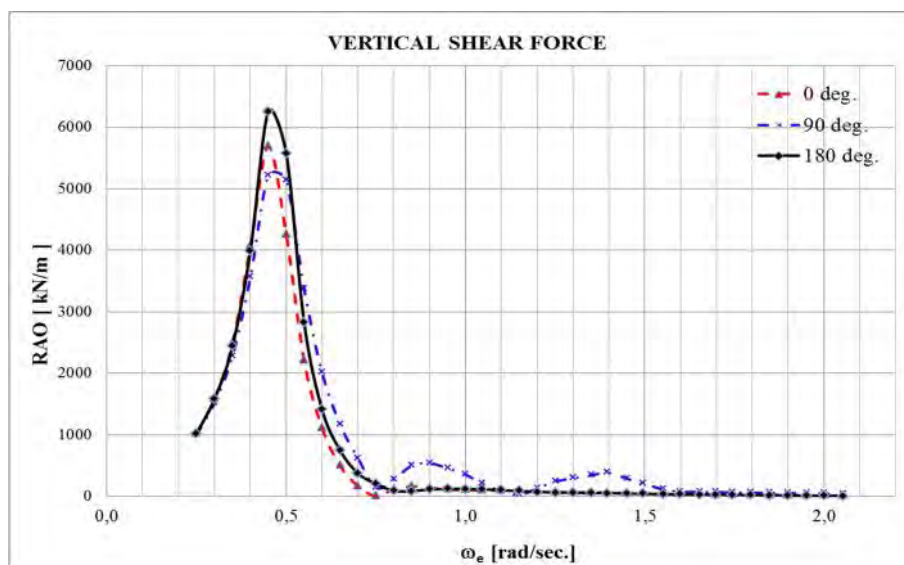
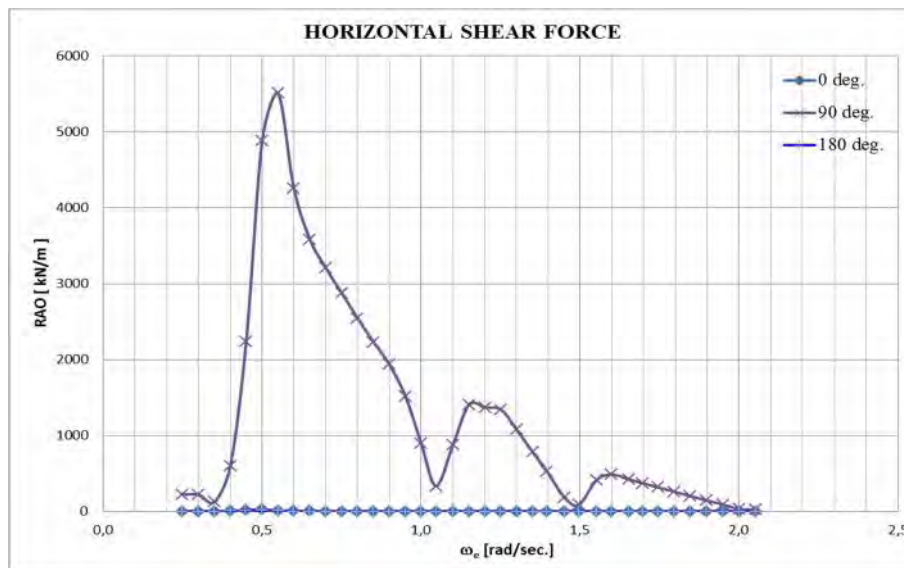
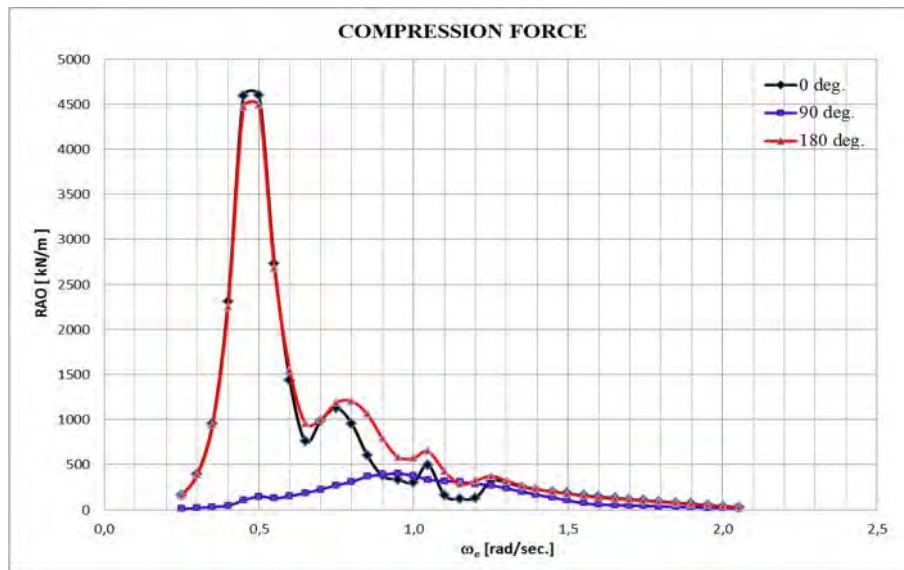
No.	ENCOUNTER		SHEAR FORCES			MOMENT		
	Frequency	Period	Longitudinal	Transversal	Vertical	Roll	Pitch	Yaw
1	0.2501	25.12	157.12	0.19	1023.66	0.24	10873.46	0.75
2	0.3002	20.93	392.68	0.5	1584.14	0.92	23485.51	1.84
3	0.3502	17.94	959.08	1.32	2488.85	3.28	49557.25	4.15
4	0.4002	15.7	2314.06	4.05	4066.3	13.09	105644.5	9.85
5	0.4501	13.96	4593.55	14.45	5688.24	58.98	192718.38	22.55
6	0.5003	12.56	4600.4	28.37	4251.33	143.06	176353.59	32.02
7	0.5502	11.42	2732.93	10.37	2208.1	63.66	98598.91	24.64
8	0.6001	10.47	1435.35	4.04	1112.67	29.74	54140.42	17.82
9	0.6504	9.66	760.65	2.04	502.15	17.43	27228.34	12.19
10	0.7005	8.97	989.23	1.29	164.79	12.36	11655.64	8.08
11	0.7507	8.37	1128.63	0.91	7.32	9.7	4763.62	5.2
12	0.8004	7.85	955.07	0.69	113.34	8.43	4213	3.72
13	0.8502	7.39	605.58	0.53	162.93	7.36	3773.55	3.1
14	0.9002	6.98	376.04	0.45	143.54	7.19	1210.33	3.05
15	0.9506	6.61	334.94	0.23	112.7	3.93	2775.76	1.39
16	1.0005	6.28	302.34	0.13	102.35	2.42	2871.06	0.67
17	1.0472	6	498.23	0.14	97.33	3	3195.93	0.93
18	1.1004	5.71	158.84	0.03	95.04	0.6	1875.12	0.03
19	1.1508	5.46	120.15	0.06	92.03	1.47	1785.69	0.54
20	1.2014	5.23	133.67	0.02	82.17	0.47	1394.9	0.15
21	1.2516	5.02	321.01	0.03	72.21	0.75	1437.01	0.43
22	1.3009	4.83	297.86	0.02	67.67	0.62	1544.85	0.36
23	1.3512	4.65	254.95	0.01	63.62	0.39	1664.02	0.23
24	1.3963	4.5	225.38	0.01	60	0.23	1787.18	0.15
25	1.4511	4.33	201.6	0	52.96	0.16	1497.6	0.11
26	1.496	4.2	182.04	0	47.38	0.13	1266.62	0.1
27	1.5514	4.05	159.11	0	40.7	0.14	988.05	0.12
28	1.5988	3.93	143.9	0	36.6	0.15	847.1	0.12
29	1.6535	3.8	129.4	0	33.07	0.13	759.78	0.11
30	1.6982	3.7	117.7	0	30.23	0.12	689.51	0.1
31	1.7453	3.6	105.39	0	27.27	0.1	616.4	0.09
32	1.7952	3.5	92.43	0	24.18	0.09	540.15	0.07
33	1.848	3.4	78.79	0	20.94	0.08	460.56	0.06
34	1.8982	3.31	65.88	0	17.88	0.06	385.88	0.05
35	1.9513	3.22	52.35	0	14.69	0.05	308.36	0.04
36	2.001	3.14	39.79	0	11.71	0.04	237.38	0.03
37	2.0533	3.06	26.82	0	8.61	0.02	165.87	0.02

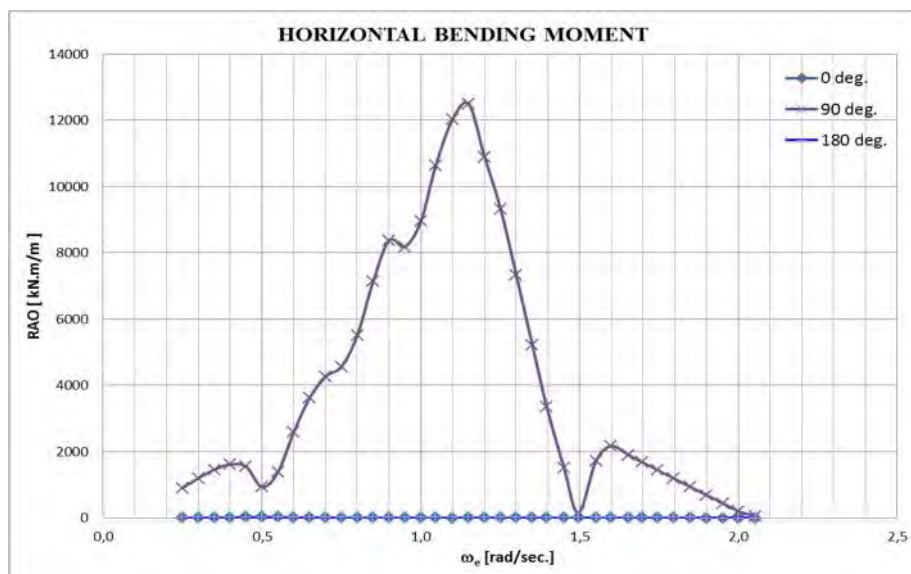
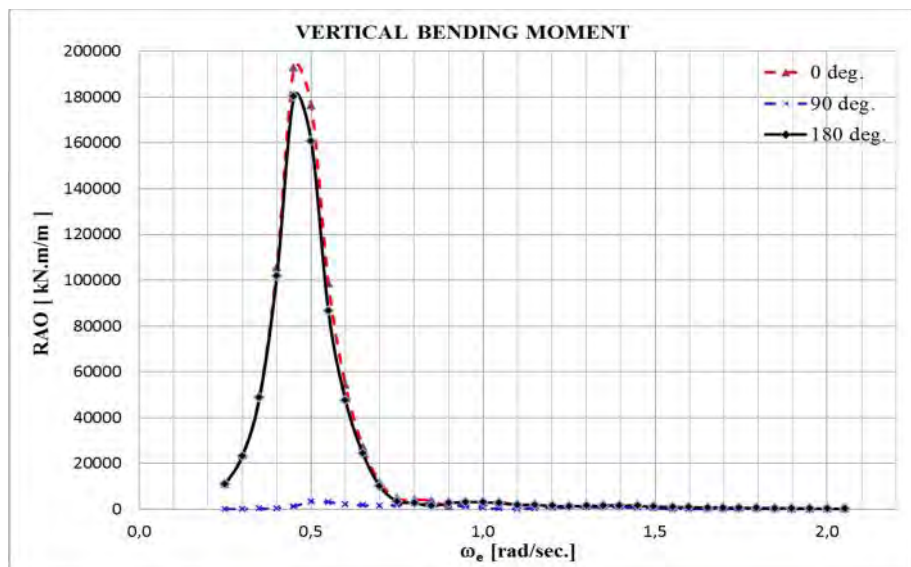
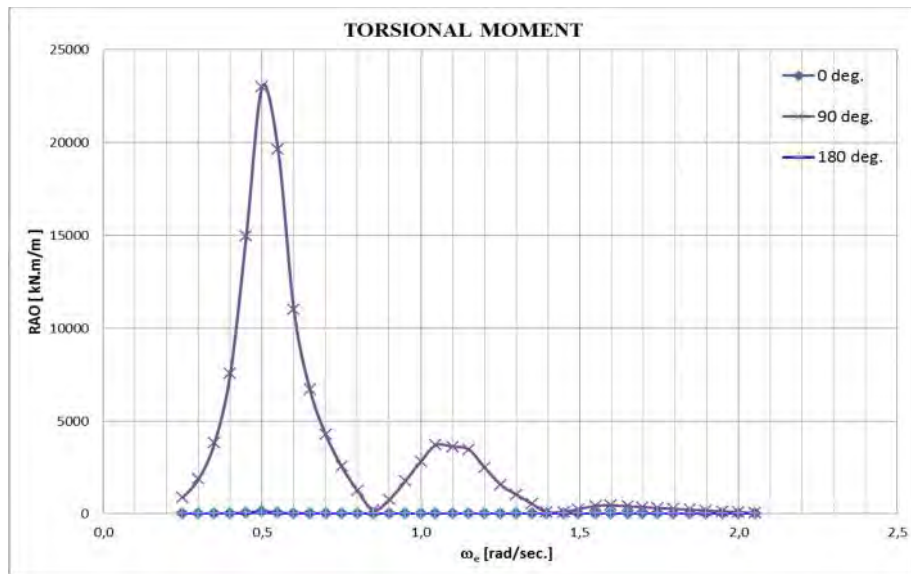
CONDITION #2: FULL LOAD - WAVE HEADING ANGLE 90°

No.	ENCOUNTER		FORCES			MOMENT		
	Frequency	Period	Longitudinal	Transversal	Vertical	Roll	Pitch	Yaw
1	0.2501	25.12	10.33	221.32	1002.3	868.77	38.6	904.39
2	0.3002	20.93	19.34	219.04	1520	1875.6	107.23	1201.92
3	0.3502	17.94	31.87	123.12	2281.51	3811.53	253.42	1458.94
4	0.4002	15.7	46.02	598.47	3565.01	7574.47	420.25	1615.31
5	0.4501	13.96	103.21	2239.27	5218	14946.95	1317.57	1550.42
6	0.5003	12.56	148.99	4886.71	5131.85	23008.47	3301.49	934.39
7	0.5502	11.42	127.74	5510.05	3370.73	19643.8	3077.68	1382.01
8	0.6001	10.47	151.17	4255.55	2015.26	10994.61	2197.47	2584.73
9	0.6504	9.66	184.94	3582.22	1170.74	6710.75	1688.22	3625.96
10	0.7005	8.97	226.93	3207.21	617.66	4263.88	1521.58	4266.79
11	0.7507	8.37	270.61	2873.7	142.64	2540.35	1781.09	4568.7
12	0.8004	7.85	310.93	2543.74	279.54	1243.41	2360.75	5518.9
13	0.8502	7.39	367.51	2231.43	498.87	193.25	2590.57	7136.7
14	0.9002	6.98	391.28	1935.99	541.01	754.92	2005.46	8377.48
15	0.9506	6.61	402.07	1518.23	453.94	1753.73	1135.27	8186.16
16	1.0005	6.28	375.69	894.87	353.65	2830.39	574.44	8963.2
17	1.0472	6	333.61	334.46	205.46	3696.98	152.41	10633.1
18	1.1004	5.71	319.68	876.33	86.79	3611.58	128.6	12036.06
19	1.1508	5.46	306.65	1406.51	23.82	3463.62	350.66	12493.46
20	1.2014	5.23	288.27	1367.23	134.26	2478.28	603.68	10882.26
21	1.2516	5.02	270.93	1339.56	241.85	1563.25	853.99	9312.83
22	1.3009	4.83	237.05	1075.39	293.92	1032.29	884.41	7321.61
23	1.3512	4.65	200.71	780.48	342.91	530.31	895.27	5218.05
24	1.3963	4.5	168.51	526.41	387.74	86.07	908.86	3358.29
25	1.4511	4.33	134	185.24	288.86	106.83	629.36	1510.64
26	1.496	4.2	106.04	86.77	209.46	256.18	405.19	152.84
27	1.5514	4.05	71.93	409.21	113.23	430.7	133.97	1719.79
28	1.5988	3.93	57.29	486.5	77.59	461.15	44.9	2174.86
29	1.6535	3.8	51.82	422.52	73.03	406.82	52.73	1901.39
30	1.6982	3.7	47.36	370.84	69.38	363.27	59.26	1679.1
31	1.7453	3.6	42.66	316.85	65.58	318.01	66.23	1445.55
32	1.7952	3.5	37.71	260.39	61.62	270.88	73.65	1199.89
33	1.848	3.4	32.49	201.25	57.49	221.68	81.53	941.13
34	1.8982	3.31	27.53	145.57	53.6	175.47	89.05	696.16
35	1.9513	3.22	22.31	87.39	49.53	127.24	97.01	438.85
36	2.001	3.14	17.43	33.43	45.76	82.53	104.47	199.1
37	2.0533	3.06	12.32	22.82	41.83	35.93	112.32	53.85

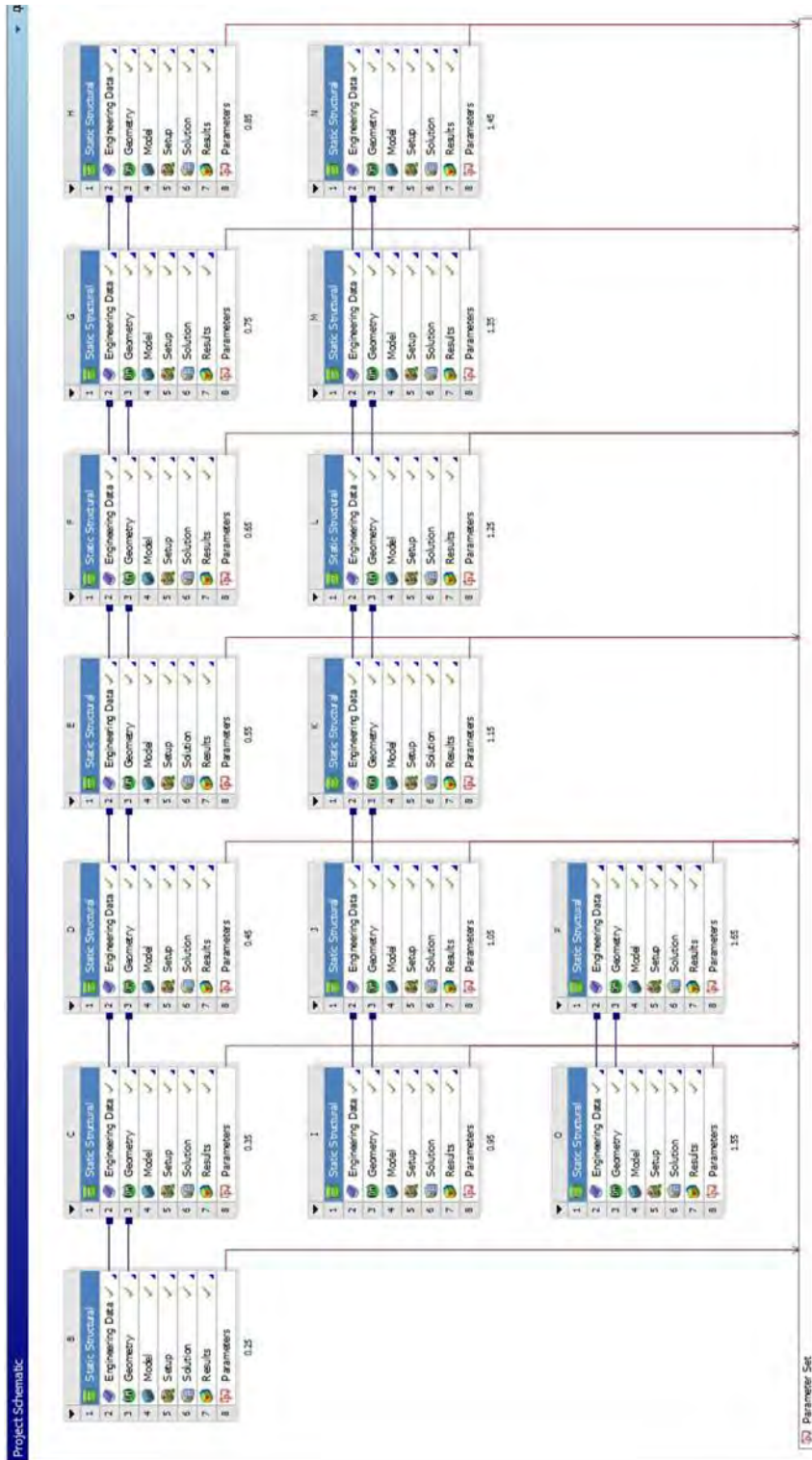
CONDITION #3: FULL LOAD - WAVE HEADING ANGLE 180°

No.	ENCOUNTER		FORCES			MOMENT		
	Frequency	Period	Longitudinal	Transversal	Vertical	Roll	Pitch	Yaw
1	0.2501	25.12	158.03	0.19	1023.5	0.24	10850.51	0.76
2	0.3002	20.93	382.92	0.51	1586.98	0.92	23302.31	1.83
3	0.3502	17.94	942.02	1.33	2440.85	3.31	48836.09	4.07
4	0.4002	15.7	2249.31	3.9	3991.72	12.63	101727.06	8.96
5	0.4501	13.96	4467.51	9.86	6258.65	40.3	180269.92	15.34
6	0.5003	12.56	4487.19	12.95	5573.5	65.31	160848.42	14.7
7	0.5502	11.42	2674.97	3.73	2828.46	22.91	86515.02	8.26
8	0.6001	10.47	1546.78	1.09	1415.37	8.05	47529.83	4.66
9	0.6504	9.66	956.52	0.55	749.08	4.67	24352.38	3.2
10	0.7005	8.97	1002.1	0.44	373.56	4.23	9912.73	2.75
11	0.7507	8.37	1188.95	0.33	203.99	3.5	3486.41	1.88
12	0.8004	7.85	1202.8	0.23	90.85	2.78	2815.62	1.24
13	0.8502	7.39	1063.6	0.15	88.22	2.06	1372.13	0.87
14	0.9002	6.98	790.59	0.11	113.62	1.71	2686.73	0.69
15	0.9506	6.61	582.83	0.07	125.36	1.21	3117.69	0.4
16	1.0005	6.28	573.85	0.06	122.57	1.08	3054.92	0.45
17	1.0472	6	647.72	0.09	114.93	1.78	2665.22	0.54
18	1.1004	5.71	427.27	0.01	101.71	0.16	1906.78	0.19
19	1.1508	5.46	282.29	0.04	89.72	1.13	1887.25	0.42
20	1.2014	5.23	323.06	0.02	76.47	0.46	1402.67	0.16
21	1.2516	5.02	373.73	0.02	63.62	0.54	1319.5	0.31
22	1.3009	4.83	320.59	0.01	59.75	0.48	1371.66	0.28
23	1.3512	4.65	265.17	0.01	57.13	0.36	1482.89	0.22
24	1.3963	4.5	229.33	0.01	55.04	0.25	1631.72	0.17
25	1.4511	4.33	201.24	0	48.92	0.19	1377.29	0.13
26	1.496	4.2	179.13	0	44.03	0.16	1174.37	0.12
27	1.5514	4.05	151.74	0	38.13	0.16	932.29	0.13
28	1.5988	3.93	135.26	0	34.39	0.15	806.77	0.13
29	1.6535	3.8	121.81	0	31.11	0.14	723.79	0.12
30	1.6982	3.7	110.79	0	28.47	0.12	657.2	0.11
31	1.7453	3.6	99.24	0	25.72	0.11	587.84	0.09
32	1.7952	3.5	87.11	0	22.84	0.09	515.53	0.08
33	1.848	3.4	74.35	0	19.83	0.08	440.04	0.07
34	1.8982	3.31	62.28	0	16.99	0.06	369.26	0.05
35	1.9513	3.22	49.64	0	14.01	0.05	295.79	0.04
36	2.001	3.14	37.94	0	11.25	0.03	228.57	0.03
37	2.0533	3.06	25.87	0	8.36	0.02	160.9	0.02

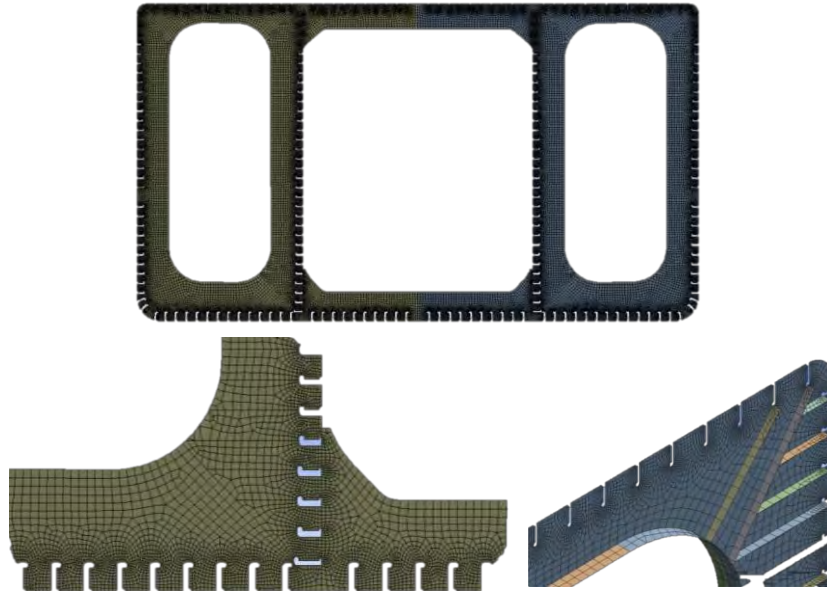




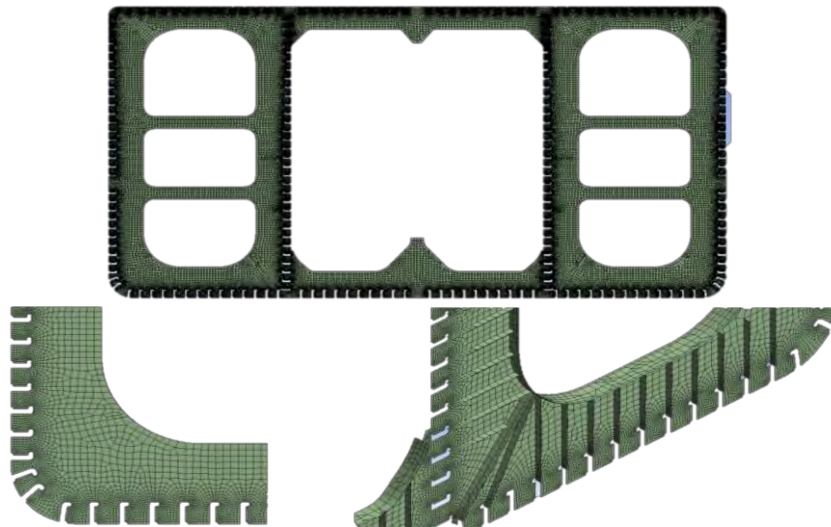
PROJECT SCHEMATIC ANSYS 16.0



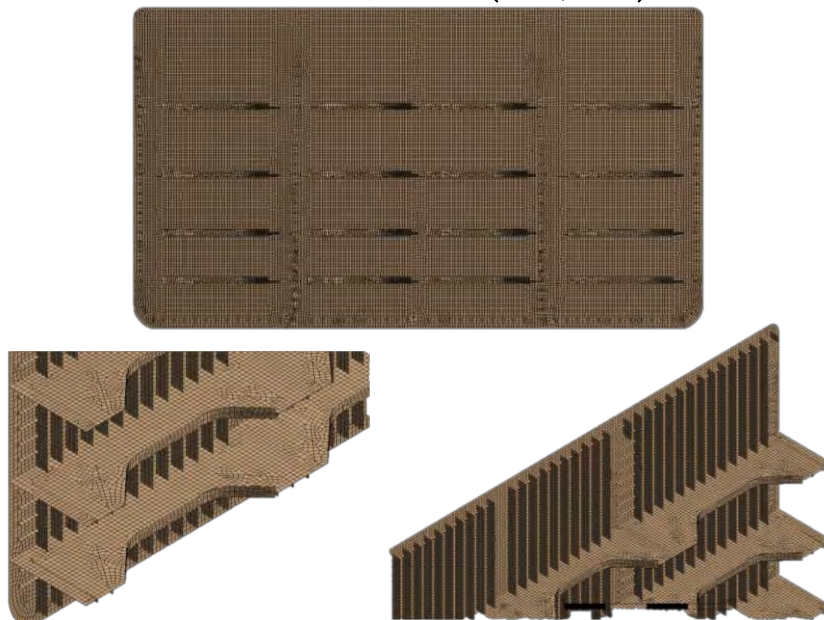
ORDINARY FRAME (Fr. 7, 8, 9; Fr. 12, 13, 14; Fr. 17, 18, 19; Fr. 22, 23,



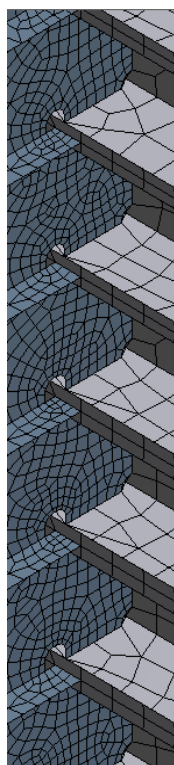
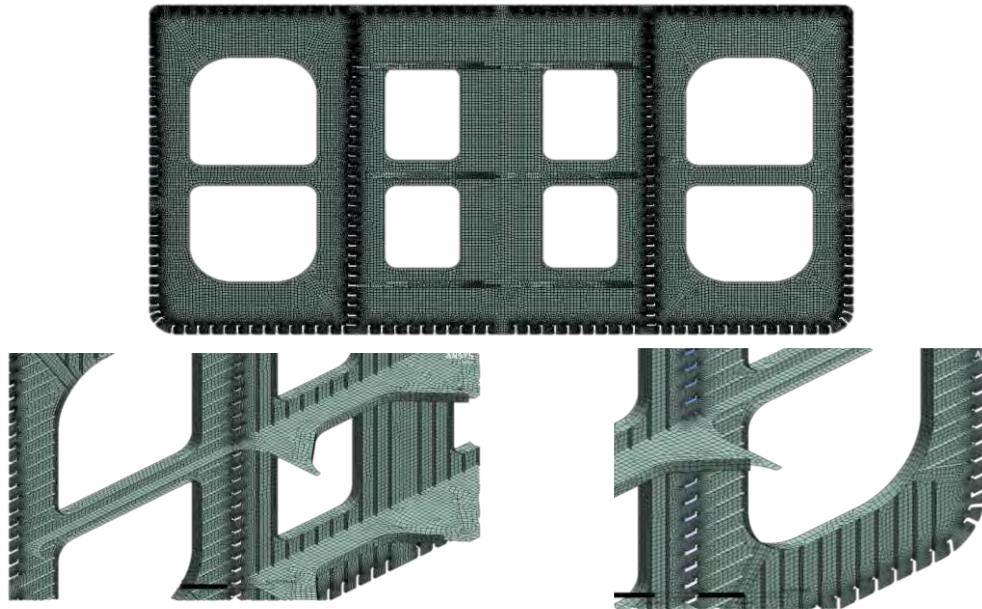
WEB TRANSVERSE FRAME (Fr. 6, Fr. 16, Fr. 21)



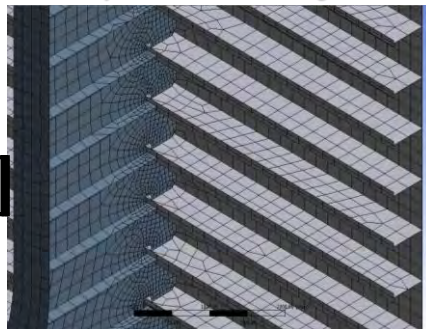
OIL TIGHT BULKHEAD (Fr. 10, Fr. 20)



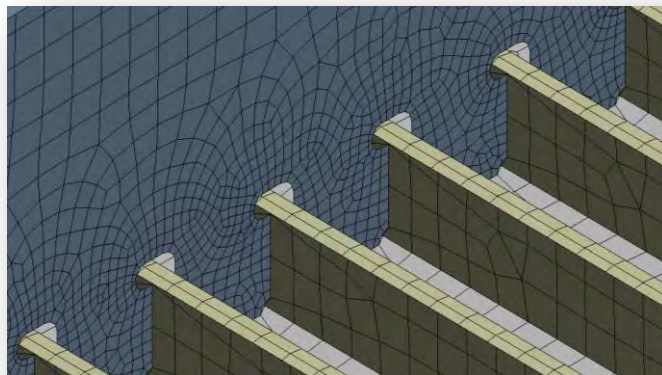
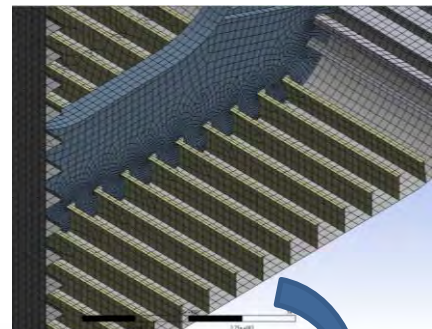
SWASH BULKHEAD (Fr. 15)



Ordinary Frame – Side Longitudinal

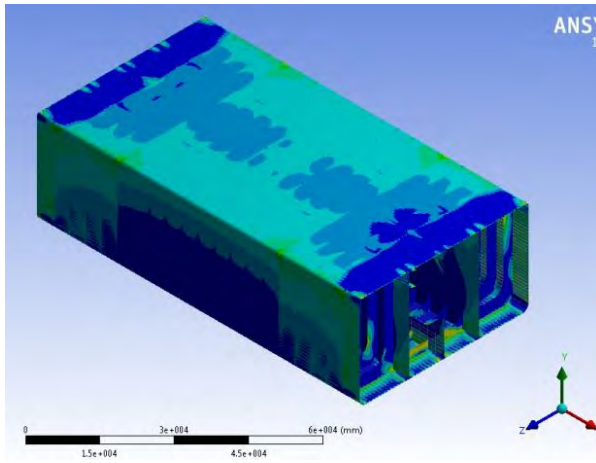


Ordinary Frame – Bottom

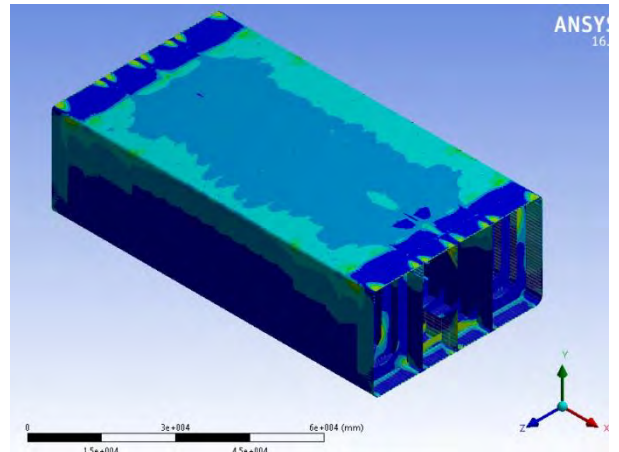


ANALISA STRUKTUR KONDISI ARAH GELOMBANG HEAD SEA (Typical)

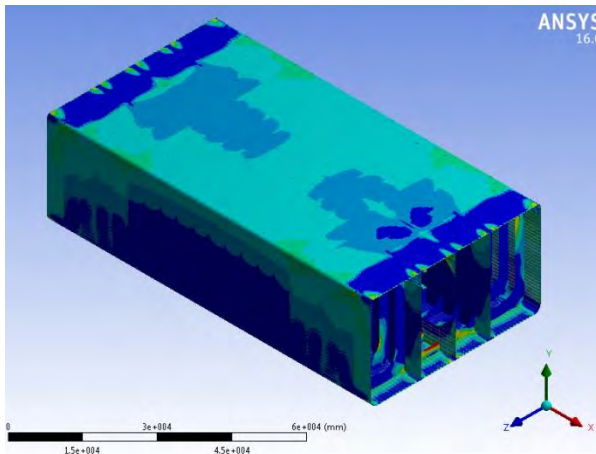
Frekuensi Gelombang : 0.25 rad/s



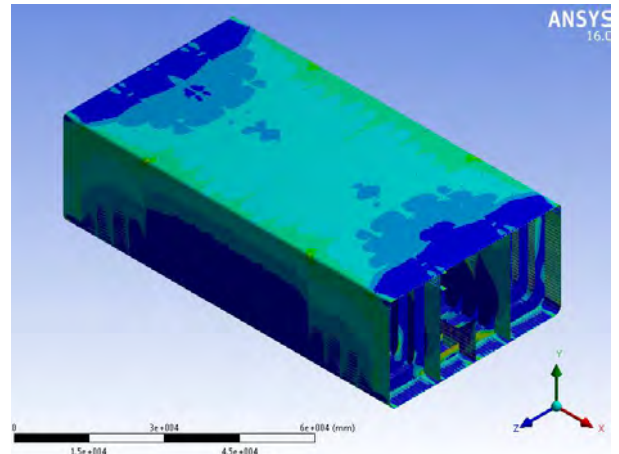
Frekuensi Gelombang : 0.55 rad/s



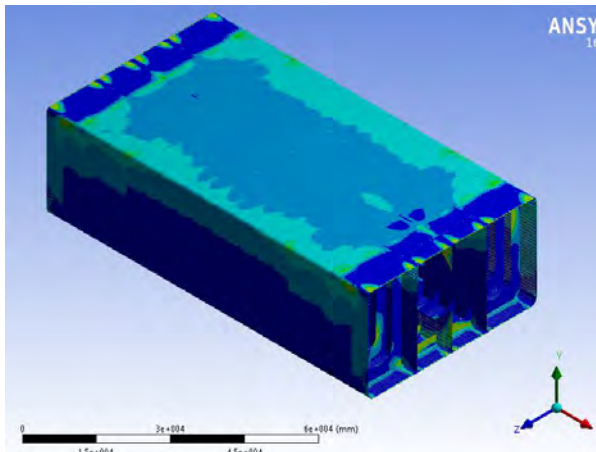
Frekuensi Gelombang : 0.35 rad/s



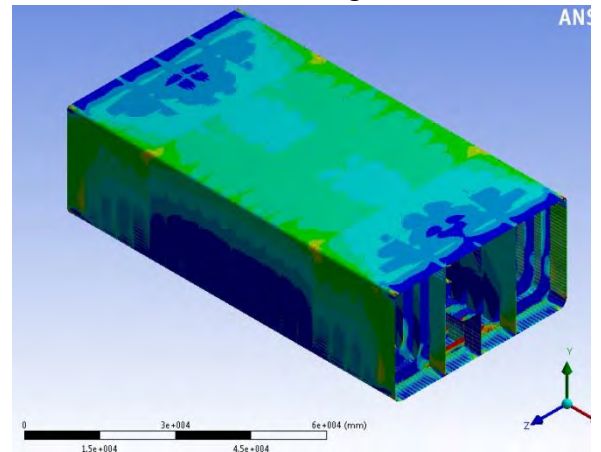
Frekuensi Gelombang : 0.65 rad/s



Frekuensi Gelombang : 0.45 rad/s



Frekuensi Gelombang : 0.75 rad/s



DISTRIBUTION OF INDIVIDUAL WAVE HEIGHT AND PERIOD at WEST JAVA SEA

WAVE HEIGHT		INTERVAL OF WAVE PERIOD (seconds)															TOTAL
		0 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 13	13 - 14	14 - 15	
INTERVAL (m)	MEDIAN (m)	0.5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	
0.00 - 0.25	0.125	0	1,293,425	2,573,005	1,250,079	614,135	339,009	207,031	136,654	98,720	70,207	53,403	41,828	33,558	27,465	22,859	6,761,378
0.25 - 0.50	0.375	0	6	867,956	776,739	254,490	90,852	38,800	19,281	10,762	6,564	4,287	2,956	2,128	1,587	1,218	2,077,626
0.50 - 0.75	0.625	0	0	9,053	94,398	50,201	18,798	7,560	3,430	1,732	955	566	356	235	162	116	187,562
0.75 - 1.00	0.875	0	0	12	7,104	10,216	4,984	1,934	743	303	134	64	33	18	11	7	25,563
1.00 - 1.25	1.125	0	0	0	325	1,882	1,188	385	107	31	10	3	1	1	0	0	3,933
1.25 - 1.50	1.375	0	0	0	9	258	202	49	9	2	0	0	0	0	0	0	529
1.50 - 1.75	1.625	0	0	0	0	24	23	4	0	0	0	0	0	0	0	0	51
1.75 - 2.00	1.875	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
2.00 - 2.25	2.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.25 - 2.50	2.375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.50 - 2.75	2.625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.75 - 3.00	2.875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	1,293,431	3,450,026	2,128,654	931,207	455,058	255,763	160,224	111,550	77,870	58,323	45,174	35,940	29,225	24,200	9,056,645

Hs = 0.125 m															
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)														
	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.35	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0013
0.45	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0012	0.0024	0.0050	0.0051	0.0051
0.55	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0011	0.0026	0.0047	0.0028	0.0018	0.0016	0.0016
0.65	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0005	0.0014	0.0038	0.0025	0.0015	0.0013	0.0010	0.0009	0.0009
0.75	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0014	0.0034	0.0016	0.0012	0.0009	0.0008	0.0006	0.0005	0.0005
0.85	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0030	0.0013	0.0010	0.0008	0.0006	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003
0.95	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0006	0.0026	0.0012	0.0009	0.0007	0.0005	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
1.05	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0013	0.0015	0.0008	0.0006	0.0004	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
1.15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0022	0.0009	0.0006	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
1.25	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0012	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
1.35	0.0000	0.0000	0.0002	0.0017	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.45	0.0000	0.0000	0.0003	0.0016	0.0006	0.0004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.55	0.0000	0.0000	0.0005	0.0009	0.0005	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1.65	0.0000	0.0000	0.0009	0.0006	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Hs = 0.375 m																
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)															
	Pada Periode T =															
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5	
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0019	0.0059	0.0644	
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0046	0.0108	0.0217	0.0449	0.2521	
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0033	0.0095	0.0230	0.0423	0.0248	0.0164	0.0763	
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0044	0.0127	0.0341	0.0223	0.0136	0.0114	0.0094	0.0418	
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0038	0.0130	0.0307	0.0142	0.0105	0.0085	0.0068	0.0053	0.0228	
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0097	0.0271	0.0117	0.0088	0.0069	0.0052	0.0040	0.0031	0.0129	
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0055	0.0233	0.0112	0.0079	0.0060	0.0044	0.0032	0.0024	0.0018	0.0076	
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0121	0.0138	0.0075	0.0056	0.0040	0.0028	0.0021	0.0015	0.0011	0.0047	
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0001	0.0042	0.0202	0.0077	0.0056	0.0039	0.0027	0.0019	0.0013	0.0010	0.0007	0.0030	
1.25	-	0.0000	0.0000	0.0005	0.0078	0.0109	0.0059	0.0041	0.0027	0.0018	0.0013	0.0009	0.0007	0.0005	0.0020	
1.35	-	0.0000	0.0000	0.0015	0.0150	0.0067	0.0045	0.0030	0.0019	0.0013	0.0009	0.0006	0.0004	0.0003	0.0014	
1.45	-	0.0000	0.0000	0.0029	0.0144	0.0053	0.0034	0.0022	0.0014	0.0009	0.0006	0.0004	0.0003	0.0002	0.0010	
1.55	-	0.0000	0.0000	0.0046	0.0079	0.0043	0.0026	0.0016	0.0010	0.0007	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0007	
1.65	-	0.0001	0.0001	0.0077	0.0055	0.0034	0.0020	0.0012	0.0008	0.0005	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0005	

Hs = 0.625 m															
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)														
	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0009	0.0054	0.0163	0.0328
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0028	0.0126	0.0300	0.0602	0.1246	0.1286
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0091	0.0265	0.0640	0.1174	0.0688	0.0455	0.0389
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0123	0.0354	0.0947	0.0619	0.0378	0.0316	0.0262	0.0213
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0106	0.0361	0.0852	0.0393	0.0293	0.0237	0.0188	0.0148	0.0116
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0059	0.0270	0.0752	0.0324	0.0245	0.0191	0.0146	0.0111	0.0085	0.0066
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0153	0.0648	0.0311	0.0219	0.0166	0.0122	0.0090	0.0067	0.0051	0.0039
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0335	0.0383	0.0209	0.0155	0.0111	0.0079	0.0057	0.0042	0.0031	0.0024
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0003	0.0117	0.0561	0.0214	0.0155	0.0108	0.0075	0.0052	0.0037	0.0027	0.0020	0.0015
1.25	-	0.0000	0.0015	0.0015	0.0217	0.0303	0.0164	0.0113	0.0075	0.0051	0.0035	0.0025	0.0018	0.0013	0.0010
1.35	-	0.0000	0.0042	0.0042	0.0415	0.0186	0.0126	0.0082	0.0053	0.0036	0.0024	0.0017	0.0012	0.0009	0.0007
1.45	-	0.0000	0.0079	0.0079	0.0399	0.0148	0.0096	0.0060	0.0038	0.0025	0.0017	0.0012	0.0009	0.0006	0.0005
1.55	-	0.0001	0.0127	0.0127	0.0218	0.0118	0.0073	0.0044	0.0028	0.0018	0.0013	0.0009	0.0006	0.0005	0.0004
1.65	-	0.0004	0.0213	0.0213	0.0152	0.0094	0.0055	0.0033	0.0021	0.0014	0.0009	0.0006	0.0005	0.0003	0.0003

Hs = 0.875 m															
Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)															
w	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0018	0.0106	0.0319	0.0644
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0054	0.0248	0.0587	0.1181	0.2442	0.2521
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0178	0.0519	0.1254	0.2301	0.1349	0.0893	0.0763
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0240	0.0693	0.1857	0.1214	0.0742	0.0620	0.0513	0.0418
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0208	0.0709	0.1670	0.0771	0.0574	0.0465	0.0368	0.0289	0.0228
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0115	0.0530	0.1474	0.0635	0.0481	0.0374	0.0286	0.0217	0.0166	0.0129
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0300	0.1270	0.0609	0.0430	0.0325	0.0240	0.0177	0.0132	0.0099	0.0076
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0106	0.0657	0.0752	0.0410	0.0303	0.0217	0.0155	0.0112	0.0082	0.0062	0.0047
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0006	0.0230	0.1100	0.0419	0.0303	0.0211	0.0146	0.0102	0.0073	0.0053	0.0040	0.0030
1.25	-	0.0000	0.0000	0.0030	0.0425	0.0594	0.0322	0.0221	0.0148	0.0100	0.0069	0.0049	0.0036	0.0026	0.0020
1.35	-	0.0000	0.0000	0.0083	0.0814	0.0364	0.0247	0.0161	0.0105	0.0070	0.0048	0.0034	0.0024	0.0018	0.0014
1.45	-	0.0000	0.0000	0.0155	0.0782	0.0289	0.0187	0.0118	0.0075	0.0050	0.0034	0.0024	0.0017	0.0013	0.0010
1.55	-	0.0001	0.0001	0.0249	0.0428	0.0232	0.0142	0.0087	0.0055	0.0036	0.0025	0.0017	0.0012	0.0009	0.0007
1.65	-	0.0007	0.0007	0.0418	0.0298	0.0184	0.0108	0.0065	0.0041	0.0027	0.0018	0.0013	0.0009	0.0007	0.0005

Hs = 1.125 m															
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)														
	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0030	0.0175	0.0527	0.1064
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0089	0.0410	0.0971	0.1952	0.4037	0.4167
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0035	0.0295	0.0857	0.2072	0.3803	0.2230	0.1475	0.1261
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0397	0.1146	0.3069	0.2007	0.1226	0.1025	0.0848	0.0691
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0344	0.1171	0.2761	0.1275	0.0949	0.0769	0.0608	0.0478	0.0376
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0191	0.0876	0.2436	0.1050	0.0794	0.0619	0.0472	0.0359	0.0275	0.0212
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0496	0.2100	0.1006	0.0711	0.0537	0.0396	0.0292	0.0218	0.0164	0.0126
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0001	0.0176	0.1086	0.1242	0.0678	0.0501	0.0358	0.0256	0.0185	0.0136	0.0102	0.0078
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0009	0.0380	0.1819	0.0693	0.0501	0.0349	0.0241	0.0169	0.0121	0.0088	0.0066	0.0050
1.25	-	0.0000	0.0000	0.0049	0.0703	0.0981	0.0533	0.0365	0.0244	0.0165	0.0114	0.0081	0.0059	0.0044	0.0033
1.35	-	0.0000	0.0000	0.0137	0.1346	0.0601	0.0408	0.0266	0.0173	0.0116	0.0079	0.0056	0.0040	0.0030	0.0023
1.45	-	0.0000	0.0000	0.0257	0.1293	0.0478	0.0310	0.0195	0.0125	0.0082	0.0056	0.0039	0.0028	0.0021	0.0016
1.55	-	0.0002	0.0002	0.0411	0.0707	0.0383	0.0235	0.0144	0.0091	0.0060	0.0041	0.0028	0.0020	0.0015	0.0011
1.65	-	0.0012	0.0012	0.0691	0.0492	0.0304	0.0179	0.0108	0.0068	0.0044	0.0030	0.0021	0.0015	0.0011	0.0008

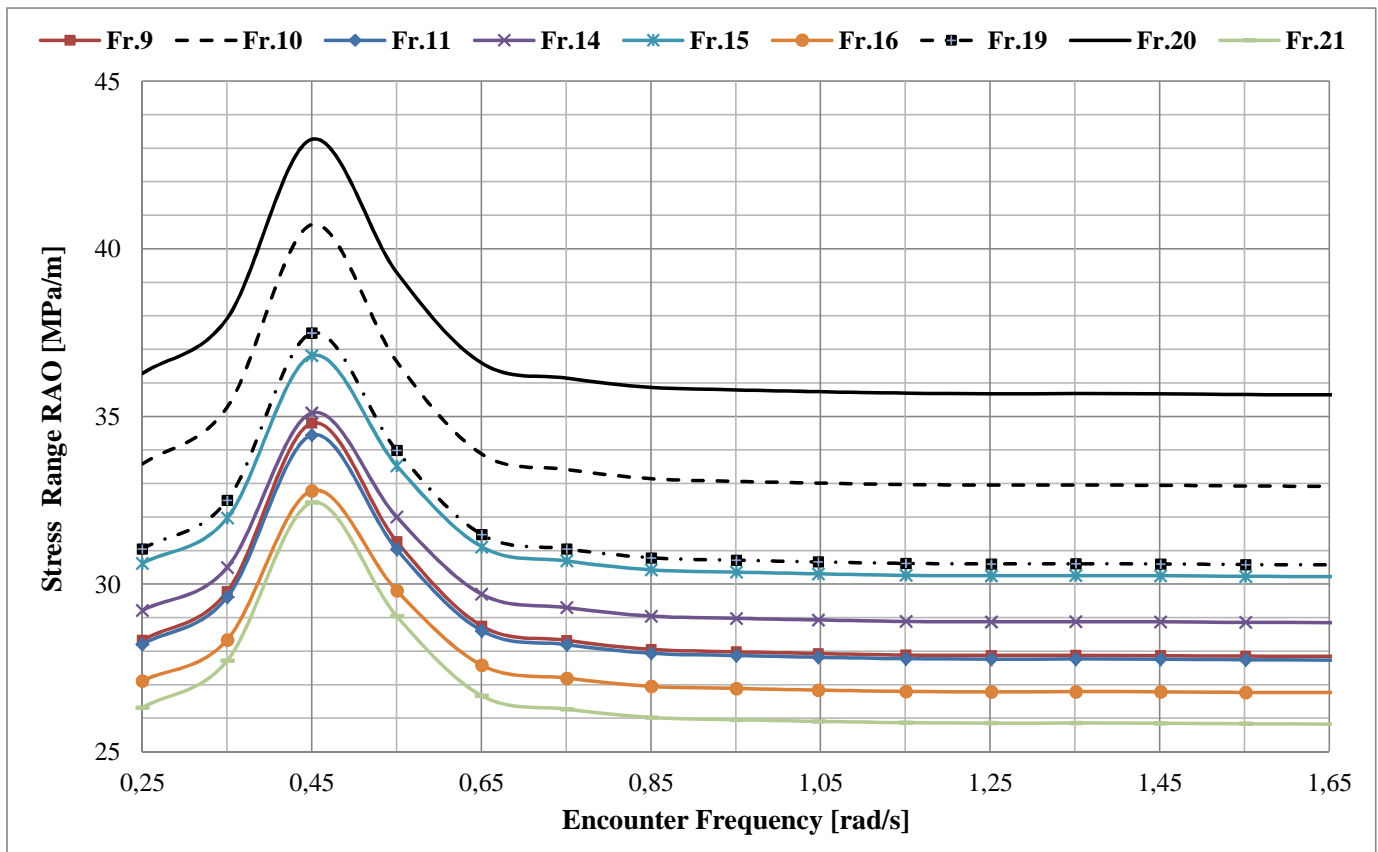
Hs = 1.375 m															
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)														
	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0045	0.0262	0.0787	0.1590
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0134	0.0000	0.0000	0.1450	0.2916	0.6031	0.6225
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0052	0.0441	0.1281	0.0000	0.5681	0.3331	0.2204	0.1884
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0073	0.0593	0.1712	0.4585	0.0000	0.1832	0.1531	0.1266	0.1032
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0038	0.0514	0.1750	0.4124	0.1904	0.0000	0.1148	0.0909	0.0714	0.0562
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0285	0.1309	0.3639	0.1569	0.1187	0.0000	0.0705	0.0537	0.0411	0.0317
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0063	0.0742	0.3137	0.1503	0.1062	0.0802	0.0000	0.0437	0.0325	0.0245	0.0188
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0001	0.0262	0.1622	0.1856	0.1013	0.0748	0.0535	0.0000	0.0277	0.0204	0.0152	0.0116
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0014	0.0568	0.2717	0.1035	0.0749	0.0521	0.0361	0.0000	0.0181	0.0132	0.0098	0.0074
1.25	-	0.0000	0.0000	0.0073	0.1050	0.1466	0.0796	0.0545	0.0365	0.0247	0.0000	0.0121	0.0088	0.0065	0.0049
1.35	-	0.0000	0.0000	0.0204	0.2010	0.0898	0.0610	0.0397	0.0259	0.0173	0.0000	0.0084	0.0060	0.0045	0.0034
1.45	-	0.0000	0.0000	0.0384	0.1932	0.0714	0.0463	0.0291	0.0186	0.0123	0.0000	0.0059	0.0043	0.0031	0.0024
1.55	-	0.0003	0.0003	0.0614	0.1056	0.0573	0.0351	0.0215	0.0136	0.0089	0.0000	0.0042	0.0031	0.0023	0.0017
1.65	-	0.0017	0.0017	0.1032	0.0735	0.0454	0.0268	0.0161	0.0101	0.0066	0.0000	0.0031	0.0022	0.0017	0.0012

Hs = 1.625 m															
w	Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)														
	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062	0.0366	0.1099	0.2221
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0187	0.0000	0.2026	0.4073	0.8423	0.8694
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0072	0.0615	0.1789	0.0000	0.7935	0.4653	0.3078	0.2631
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0102	0.0829	0.2391	0.6404	0.0000	0.2558	0.2138	0.1768	0.1442
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0053	0.0718	0.2444	0.5760	0.2659	0.0000	0.1604	0.1269	0.0997	0.0785
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0398	0.1828	0.5082	0.2191	0.1657	0.0000	0.0985	0.0750	0.0574	0.0443
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.1036	0.4381	0.2099	0.1483	0.1120	0.0000	0.0610	0.0454	0.0343	0.0262
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0001	0.0366	0.2265	0.2592	0.1415	0.1045	0.0748	0.0000	0.0387	0.0284	0.0213	0.0162
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0019	0.0793	0.3795	0.1446	0.1046	0.0728	0.0504	0.0000	0.0252	0.0184	0.0137	0.0104
1.25	-	0.0000	0.0102	0.0102	0.1466	0.2047	0.1112	0.0762	0.0510	0.0345	0.0000	0.0169	0.0123	0.0091	0.0069
1.35	-	0.0000	0.0285	0.0285	0.2808	0.1254	0.0851	0.0554	0.0361	0.0241	0.0000	0.0117	0.0084	0.0062	0.0047
1.45	-	0.0000	0.0536	0.0536	0.2698	0.0998	0.0646	0.0406	0.0260	0.0172	0.0000	0.0082	0.0059	0.0044	0.0033
1.55	-	0.0005	0.0857	0.0857	0.1475	0.0800	0.0490	0.0300	0.0190	0.0125	0.0000	0.0059	0.0043	0.0032	0.0024
1.65	-	0.0024	0.1441	0.1441	0.1026	0.0635	0.0374	0.0225	0.0141	0.0092	0.0000	0.0044	0.0031	0.0023	0.0017

Hs = 1.875 m															
Spektrum Gelombang S(w) (m ² /rad/s)															
w	Pada Periode T =														
	(rad/s)	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
0.25	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004
0.35	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0083	0.0487	0.1463	0.2956
0.45	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	0.0000	0.2697	0.5422	1.1214	1.1575
0.55	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0096	0.0819	0.0248	0.0000	1.0564	0.6194	0.4098	0.3503
0.65	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0136	0.1104	0.3183	0.2382	0.0000	0.3406	0.2846	0.2354	0.1919
0.75	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0956	0.3253	0.7669	0.8525	0.0000	0.2135	0.1690	0.1328	0.1045
0.85	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0530	0.2434	0.6766	0.2917	0.3541	0.0000	0.1312	0.0998	0.0764	0.0590
0.95	-	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118	0.1379	0.5833	0.2795	0.1974	0.2206	0.0000	0.0812	0.0605	0.0456	0.0349
1.05	-	0.0000	0.0000	0.0002	0.0488	0.3015	0.3451	0.1884	0.1391	0.1491	0.0000	0.0515	0.0379	0.0283	0.0215
1.15	-	0.0000	0.0000	0.0025	0.1055	0.5053	0.1925	0.1393	0.0969	0.0996	0.0000	0.0336	0.0245	0.0182	0.0138
1.25	-	0.0000	0.0000	0.0136	0.1952	0.2725	0.1480	0.1014	0.0679	0.0671	0.0000	0.0225	0.0164	0.0121	0.0092
1.35	-	0.0000	0.0000	0.0379	0.3738	0.1670	0.1134	0.0738	0.0481	0.0459	0.0000	0.0155	0.0112	0.0083	0.0063
1.45	-	0.0001	0.0001	0.0714	0.3592	0.1329	0.0860	0.0540	0.0346	0.0321	0.0000	0.0110	0.0079	0.0058	0.0044
1.55	-	0.0006	0.0006	0.1141	0.1963	0.1065	0.0653	0.0400	0.0253	0.0229	0.0000	0.0079	0.0057	0.0042	0.0032
1.65	-	0.0032	0.0032	0.1919	0.1366	0.0845	0.0498	0.0300	0.0188	0.0166	0.0000	0.0058	0.0042	0.0031	0.0023

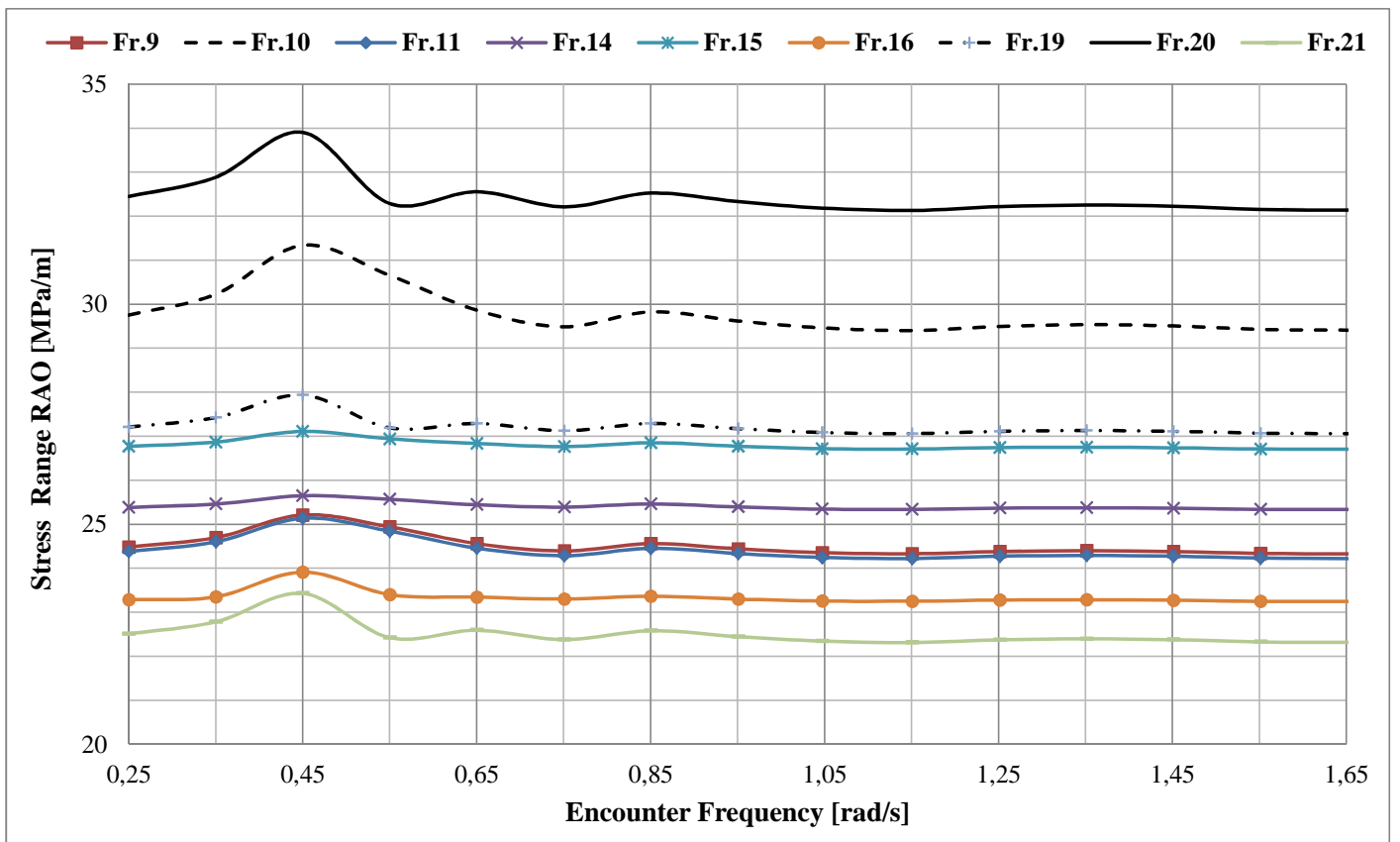
HEAD SEA
STRESS RANGE RAO

LS-30								
Fr.19	Fr.20	Fr.21	Fr.9	Fr.10	Fr.11	Fr.14	Fr.15	Fr.16
31.0510	36.2787	26.3179	28.3224	33.5816	28.2054	29.2181	30.6189	27.1125
32.4960	37.9236	27.7163	29.7766	35.2737	29.6124	30.4954	31.9688	28.3409
37.4831	43.2642	32.4257	34.7940	40.7189	34.4433	35.1033	36.8068	32.7877
33.9810	39.2902	29.0411	31.2696	36.6331	31.0342	32.0001	33.5284	29.8029
31.4768	36.5905	26.6700	28.7501	33.8778	28.6071	29.6970	31.1086	27.5810
31.0493	36.1394	26.2686	28.3200	33.4188	28.1934	29.2980	30.6903	27.1957
30.7834	35.8671	26.0219	28.0526	33.1431	27.9368	29.0449	30.4257	26.9509
30.7129	35.7907	25.9550	27.9817	33.0651	27.8684	28.9803	30.3578	26.8886
30.6611	35.7385	25.9072	27.9296	33.0123	27.8185	28.9305	30.3058	26.8405
30.6162	35.6947	25.8663	27.8844	32.9683	27.7754	28.8866	30.2600	26.7978
30.6021	35.6777	25.8523	27.8702	32.9506	27.7616	28.8747	30.2474	26.7864
30.6078	35.6815	25.8569	27.8760	32.9542	27.7669	28.8813	30.2541	26.7929
30.6009	35.6730	25.8500	27.8690	32.9453	27.7601	28.8755	30.2480	26.7874
30.5830	35.6537	25.8330	27.8510	32.9256	27.7428	28.8591	30.2307	26.7715
30.5747	35.6443	25.8250	27.8426	32.9160	27.7346	28.8516	30.2228	26.7643



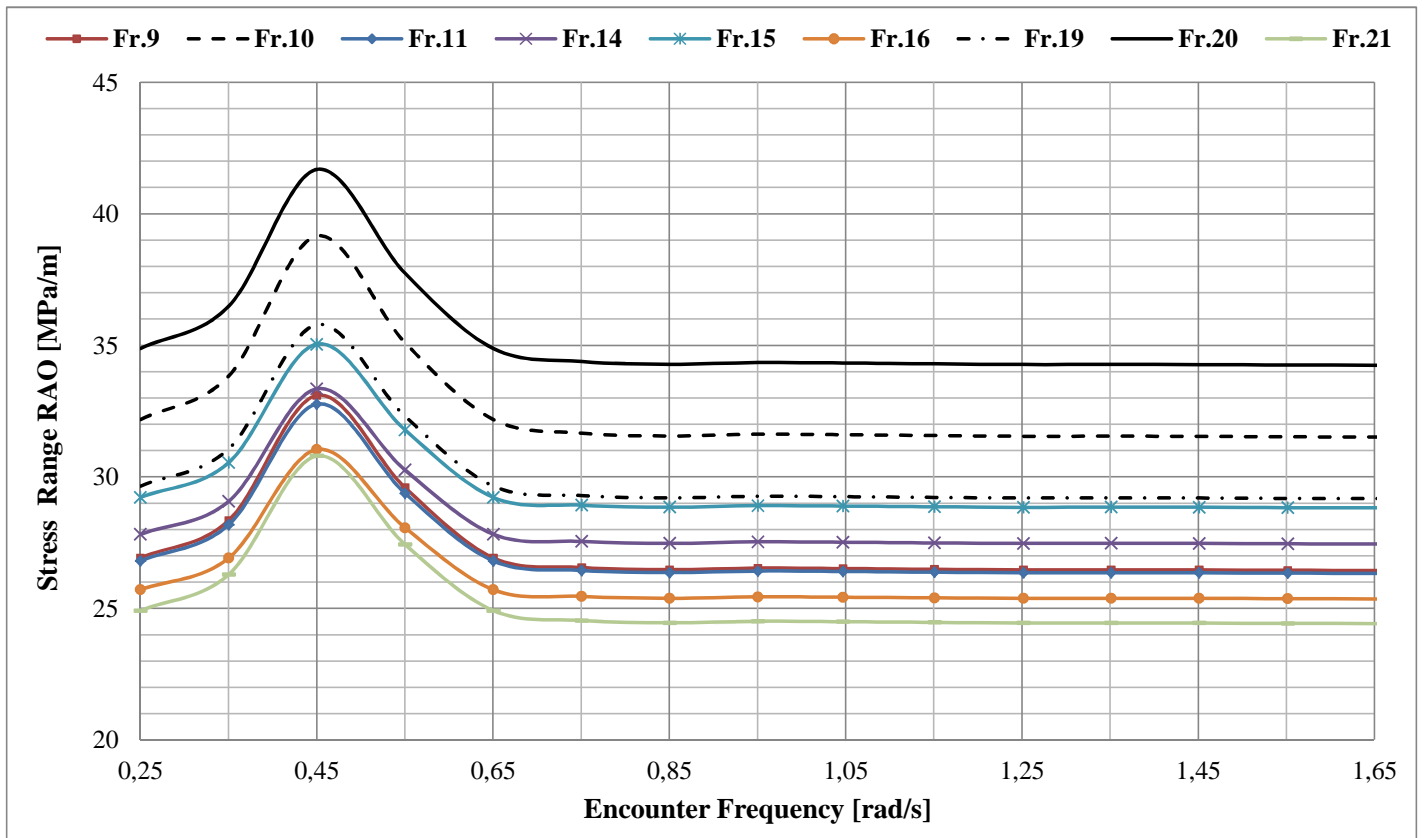
BEAM SEA
STRESS RANGE RAO

LS-30								
Fr.19	Fr.20	Fr.21	Fr.9	Fr.10	Fr.11	Fr.14	Fr.15	Fr.16
27.2094	32.4487	22.5078	24.4789	29.7507	24.3771	25.3812	26.7684	23.2858
27.4236	32.8852	22.7819	24.6955	30.2271	24.6001	25.4564	26.8661	23.3493
27.9340	33.9041	23.4272	25.2106	31.3378	25.1368	25.6466	27.1087	23.9121
27.1892	32.2861	22.4223	24.9396	30.6537	24.8432	25.5641	26.9391	23.4005
27.2882	32.5545	22.5896	24.5583	29.8617	24.4551	25.4413	26.8334	23.3429
27.1243	32.2116	22.3768	24.3926	29.4868	24.2838	25.3891	26.7635	23.2999
27.2885	32.5236	22.5790	24.5584	29.8255	24.4530	25.4601	26.8503	23.3624
27.1709	32.3306	22.4447	24.4398	29.6186	24.3341	25.3911	26.7719	23.2988
27.0837	32.1842	22.3440	24.3518	29.4613	24.2456	25.3420	26.7155	23.2538
27.0604	32.1290	22.3115	24.3282	29.4004	24.2208	25.3384	26.7090	23.2516
27.1115	32.2173	22.3714	24.3798	29.4956	24.2728	25.3657	26.7407	23.2765
27.1292	32.2525	22.3938	24.3977	29.5339	24.2912	25.3724	26.7492	23.2822
27.1121	32.2264	22.3749	24.3804	29.5061	24.2740	25.3613	26.7368	23.2718
27.0681	32.1526	22.3241	24.3361	29.4268	24.2295	25.3365	26.7083	23.2491
27.0591	32.1367	22.3134	24.3269	29.4096	24.2202	25.3318	26.7029	23.2449

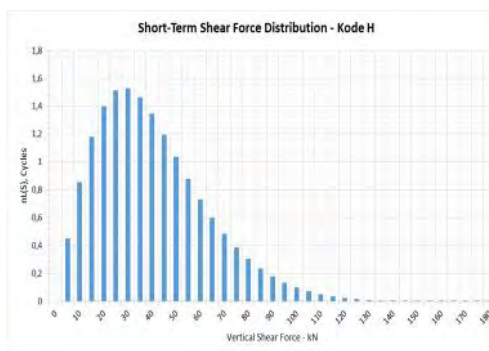
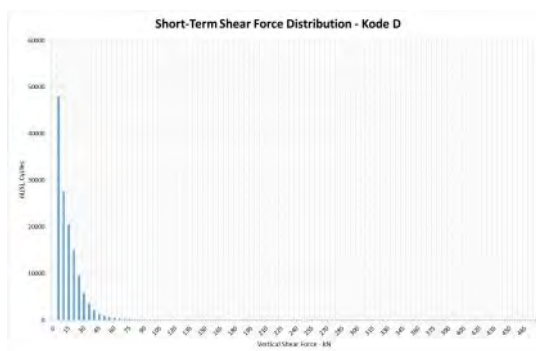
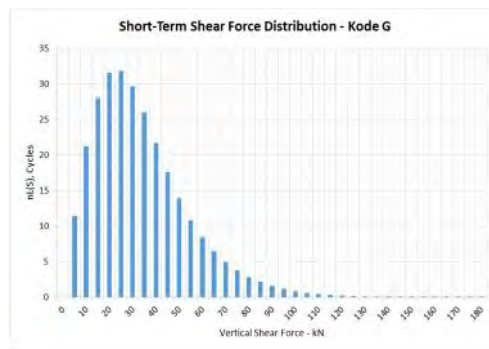
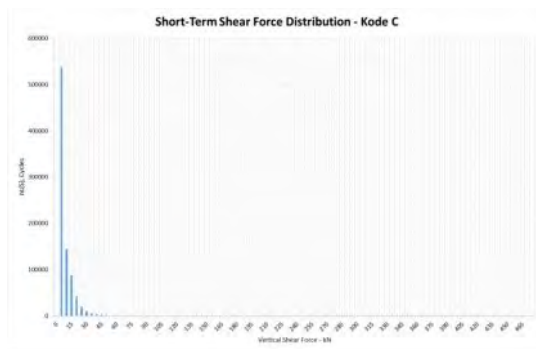
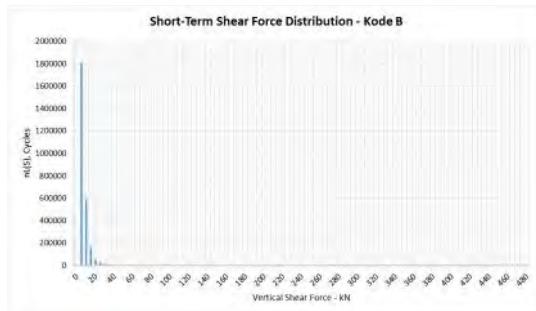
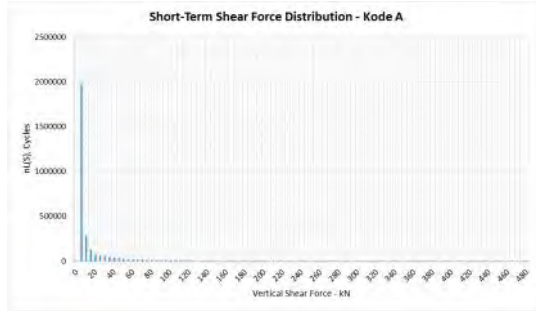


FOLLOWING SEA
STRESS RANGE RAO

LS-30								
Fr.19	Fr.20	Fr.21	Fr.9	Fr.10	Fr.11	Fr.14	Fr.15	Fr.16
29.6503	34.8779	24.9172	26.9217	32.1809	26.8046	27.8174	29.2181	25.7118
31.0657	36.4860	26.2859	28.3461	33.8345	28.1827	29.0705	30.5421	26.9171
35.7871	41.6852	30.7940	33.0969	39.1572	32.7669	33.3480	35.0463	31.0388
32.3045	37.7388	27.4301	29.5921	35.1007	29.3772	30.2589	31.7832	28.0672
29.6503	34.8779	24.9172	26.9217	32.1809	26.8046	27.8174	29.2181	25.7118
29.2875	34.3830	24.5377	26.5562	31.6602	26.4453	27.5453	28.9228	25.4539
29.2027	34.2811	24.4538	26.4708	31.5546	26.3623	27.4735	28.8465	25.3852
29.2632	34.3456	24.5109	26.5317	31.6203	26.4209	27.5296	28.9053	25.4393
29.2474	34.3286	24.4959	26.5158	31.6029	26.4056	27.5150	28.8900	25.4253
29.2190	34.2970	24.4687	26.4873	31.5705	26.3780	27.4896	28.8631	25.4008
29.1971	34.2713	24.4472	26.4652	31.5440	26.3566	27.4706	28.8430	25.3825
29.2011	34.2740	24.4504	26.4692	31.5464	26.3604	27.4753	28.8478	25.3872
29.1965	34.2681	24.4457	26.4646	31.5403	26.3558	27.4716	28.8438	25.3836
29.1809	34.2512	24.4309	26.4488	31.5230	26.3407	27.4572	28.8287	25.3698
29.1732	34.2426	24.4236	26.4411	31.5142	26.3332	27.4504	28.8215	25.3632



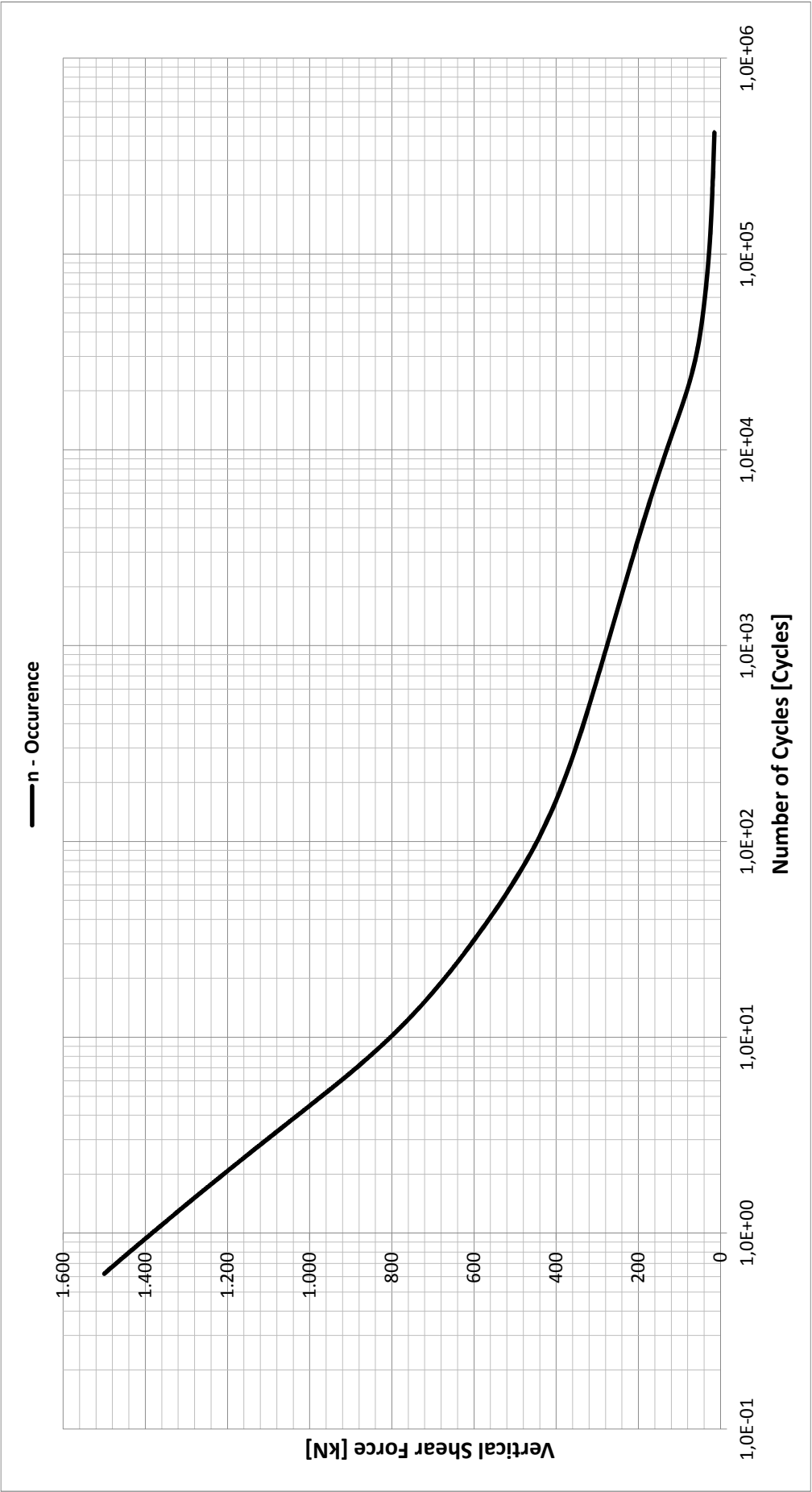
KURVA DISTRIBUSI RAILEYGH



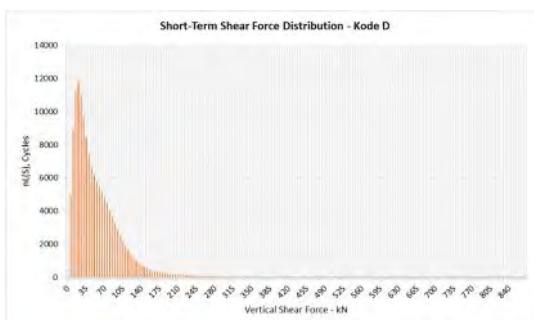
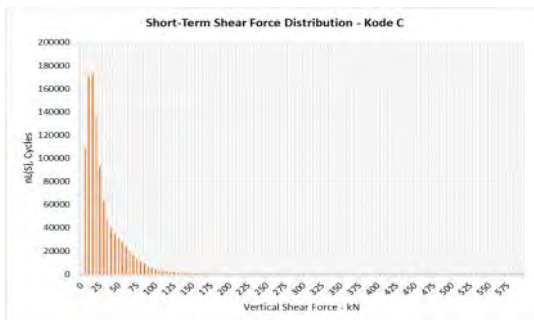
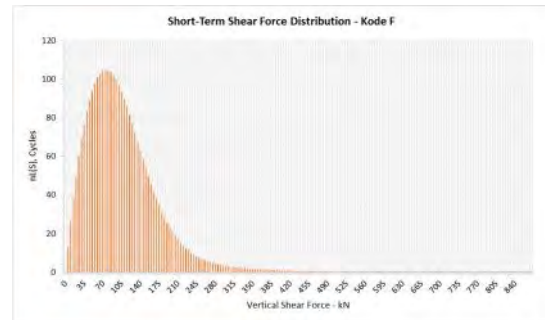
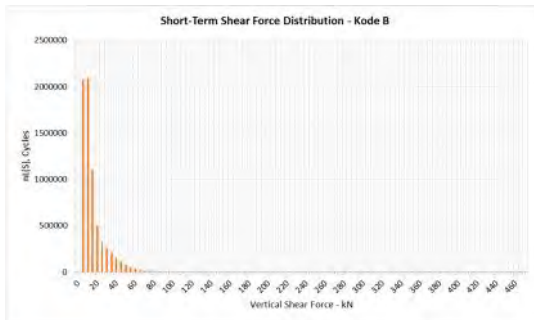
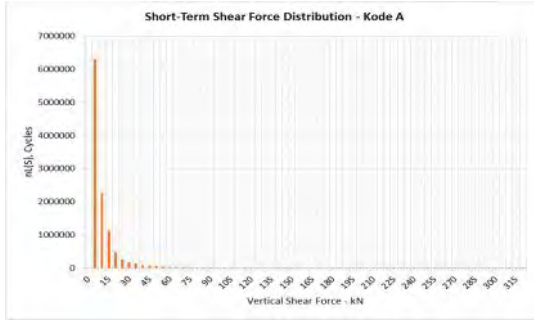
Interpolasi Linier

nL	SF _e
1.015	1380.00
1	y
0.995	1385.00
	<u><u>1383.730</u></u>

SF _e
1383.73



KURVA DISTRIBUSI RAYLEIGH

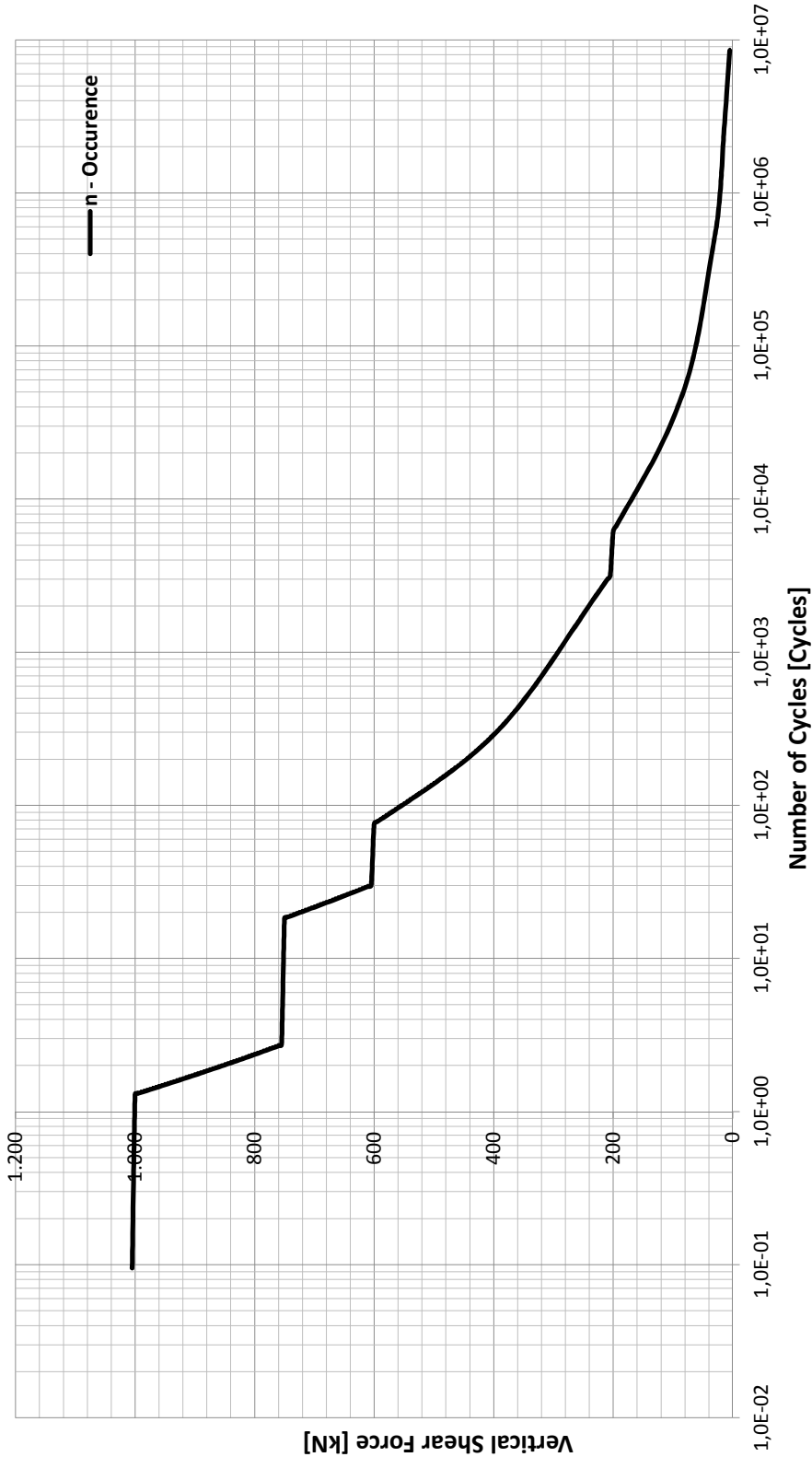


Interpolasi Linier

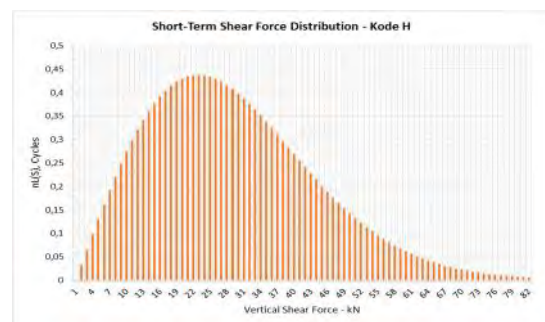
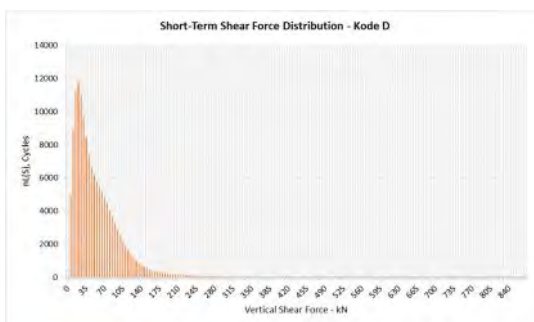
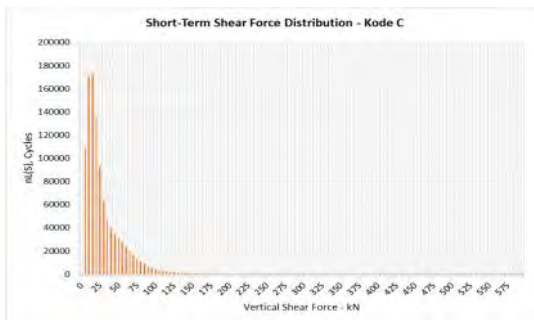
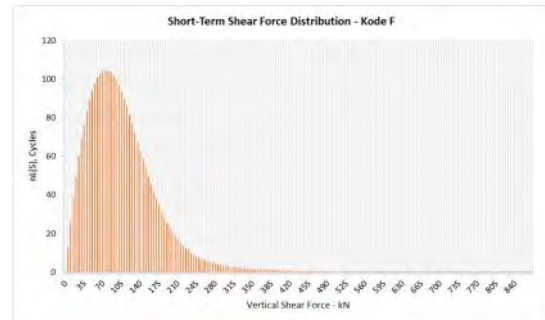
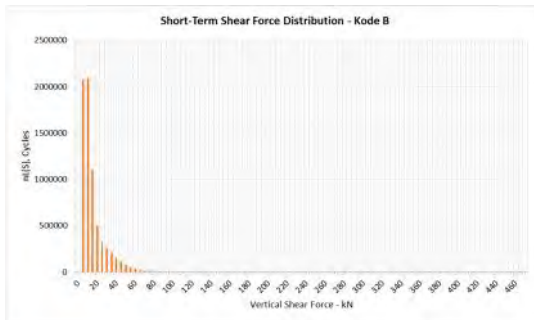
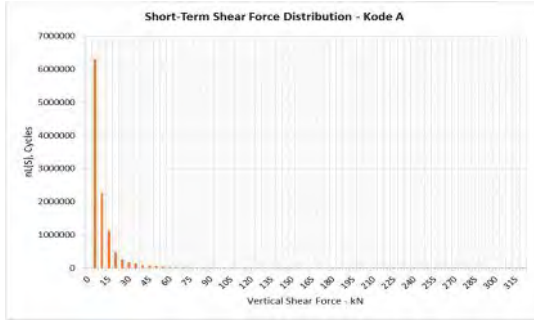
nL	Se
1.296	1000.00
1	y
0.095	1005.00
	<u>1001.231</u>

SF _e
1001.23

Long term Vertical Shear Force Distribution - Beam Sea



KURVA DISTRIBUSI RAILEYGH

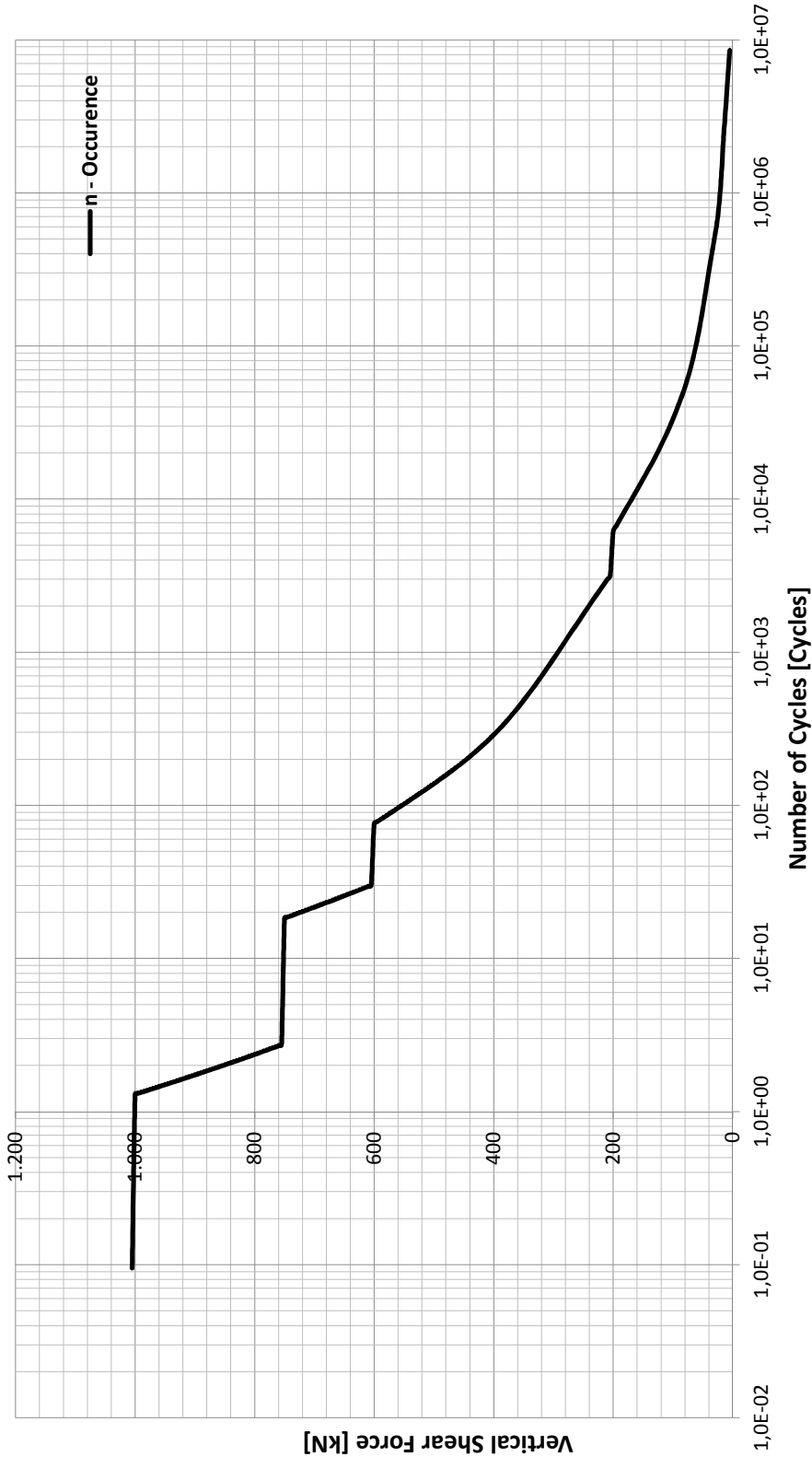


Interpolasi Linier

nL	Se
1.296	1000.00
1	y
0.095	1005.00
	<u>1001.231</u>

SF _e
1001.23

Long term Vertical Shear Force Distribution - Beam Sea



No	VBM MN.m	n L (cycles)									
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total	
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	0.05	2,594,647.59	2,813,391.62	550,049.59	38,466.00	2,112.40	130.19	7.74	0.31	5,998,805.44	
3	0.10	339,976.83	706,015.66	165,144.27	28,828.44	2,829.47	227.08	14.73	0.60	1,243,037.07	
4	0.15	126,620.76	259,462.29	96,870.54	19,243.10	2,821.83	285.64	20.35	0.85	505,325.35	
5	0.20	94,470.44	87,775.90	59,599.52	15,725.17	2,712.89	314.07	24.19	1.05	260,623.22	
6	0.25	79,182.46	38,402.62	31,242.29	11,904.25	2,460.11	316.62	26.15	1.18	163,535.68	
7	0.30	62,927.03	20,604.47	15,933.86	8,137.46	2,056.88	296.92	26.36	1.26	109,984.23	
8	0.35	49,641.90	12,618.75	8,754.32	5,249.25	1,604.88	261.92	25.14	1.28	78,157.44	
9	0.40	40,843.75	8,430.62	5,285.25	3,346.50	1,192.77	219.89	22.93	1.26	59,342.96	
10	0.45	35,738.09	6,191.37	3,442.68	2,181.24	862.13	177.70	20.16	1.19	48,614.56	
11	0.50	32,825.38	5,065.33	2,385.33	1,473.86	617.34	139.74	17.20	1.10	42,525.28	
12	0.55	30,878.83	4,504.29	1,734.96	1,031.89	443.91	108.00	14.34	0.99	38,717.20	
13	0.60	29,207.13	4,174.30	1,306.90	745.92	322.88	82.74	11.74	0.88	35,852.48	
14	0.65	27,538.73	3,910.74	1,013.08	555.65	238.09	63.22	9.50	0.76	33,329.76	
15	0.70	25,828.80	3,651.15	810.34	425.64	178.04	48.36	7.62	0.66	30,950.60	
16	0.75	24,120.03	3,381.57	673.15	333.91	135.07	37.10	6.08	0.56	28,687.47	
17	0.80	22,471.34	3,106.18	582.72	266.84	104.11	28.57	4.83	0.47	26,565.06	
18	0.85	20,930.15	2,833.85	524.01	216.33	81.61	22.10	3.83	0.39	24,612.28	
19	0.90	19,525.37	2,573.07	485.41	177.64	65.08	17.20	3.04	0.32	22,847.12	
20	0.95	18,268.58	2,330.42	458.55	147.94	52.70	13.49	2.40	0.26	21,274.33	
21	1.00	17,157.85	2,110.30	437.86	125.31	43.22	10.68	1.90	0.21	19,887.32	
22	1.05	16,182.05	1,915.04	419.96	108.29	35.80	8.56	1.50	0.16	18,671.37	
23	1.10	15,324.85	1,745.28	402.96	95.68	29.88	6.94	1.19	0.13	17,606.90	
24	1.15	14,567.84	1,600.23	385.95	86.43	25.11	5.70	0.94	0.10	16,672.31	
25	1.20	13,892.93	1,478.16	368.62	79.67	21.24	4.73	0.75	0.08	15,846.18	
26	1.25	13,283.81	1,376.64	350.94	74.69	18.12	3.96	0.61	0.06	15,108.81	
27	1.30	12,726.73	1,292.93	333.05	70.92	15.60	3.34	0.49	0.04	14,443.12	
28	1.35	12,210.76	1,224.19	315.16	67.96	13.60	2.83	0.40	0.03	13,834.93	
29	1.40	11,727.62	1,167.64	297.47	65.50	12.02	2.41	0.33	0.02	13,273.01	
30	1.45	11,271.32	1,120.77	280.19	63.31	10.78	2.05	0.28	0.02	12,748.72	
31	1.50	10,837.70	1,081.35	263.48	61.28	9.82	1.76	0.23	0.01	12,255.62	
32	1.55	10,423.97	1,047.47	247.49	59.30	9.07	1.52	0.19	0.01	11,789.02	
33	1.60	10,028.30	1,017.59	232.32	57.33	8.49	1.31	0.16	0.01	11,345.51	
34	1.65	9,649.44	990.47	218.07	55.35	8.03	1.14	0.14	0.00	10,922.644	
35	1.70	9,286.49	965.18	204.77	53.35	7.66	1.01	0.11	0.00	10,518.581	

No	VBM MN.m	n L (cycles)								Σ Total
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	
36	1.75	8,938.73	941.02	192.46	51.33	7.36	0.89	0.10	0.00	10,131.895
37	1.80	8,605.46	917.51	181.15	49.29	7.11	0.80	0.08	0.00	9,761.405
38	1.85	8,286.00	894.31	170.82	47.26	6.89	0.73	0.07	0.00	9,406.072
39	1.90	7,979.62	871.24	161.45	45.23	6.68	0.67	0.05	0.00	9,064.94
40	1.95	7,685.55	848.18	152.99	43.23	6.49	0.62	0.04	0.00	8,737.10
41	2.00	7,403.00	825.13	145.39	41.25	6.30	0.58	0.04	0.00	8,421.69
42	2.05	404.67	802.07	138.60	39.32	6.12	0.55	0.03	0.00	1,391.36
43	2.10	330.48	779.07	132.54	37.44	5.94	0.52	0.02	0.00	1,286.02
44	2.15	268.26	756.19	127.16	35.62	5.76	0.50	0.02	0.00	1,193.52
45	2.20	216.46	733.50	122.39	33.86	5.58	0.49	0.02	0.00	1,112.30
46	2.25	173.62	711.08	118.16	32.17	5.40	0.47	0.01	0.00	1,040.92
47	2.30	138.43	689.00	114.42	30.56	5.21	0.46	0.01	0.00	978.09
48	2.35	109.72	667.33	111.09	29.02	5.03	0.44	0.01	0.00	922.65
49	2.40	86.45	646.13	108.12	27.57	4.85	0.43	0.01	0.00	873.56
50	2.45	67.72	625.46	105.46	26.19	4.67	0.42	0.00	0.00	829.93
51	2.50	52.73	605.36	103.07	24.90	4.49	0.41	0.00	0.00	790.97
52	2.55	40.83	585.87	100.90	23.69	4.31	0.40	0.00	0.00	756.00
53	2.60	31.42	567.01	98.91	22.55	4.14	0.39	0.00	0.00	724.43
54	2.65	24.04	548.82	97.08	21.49	3.97	0.38	0.00	0.00	695.78
55	2.70	18.29	531.29	95.36	20.51	3.80	0.37	0.00	0.00	669.62
56	2.75	13.83	514.44	93.75	19.60	3.64	0.36	0.00	0.00	645.61
57	2.80	10.40	498.26	92.21	18.75	3.48	0.35	0.00	0.00	623.45
58	2.85	7.78	482.76	90.72	17.97	3.33	0.33	0.00	0.00	602.90
59	2.90	5.78	467.93	89.29	17.26	3.18	0.32	0.00	0.00	583.75
60	2.95	4.27	453.74	87.88	16.60	3.03	0.31	0.00	0.00	565.84
61	3.00	3.14	440.18	86.50	16.00	2.90	0.30	0.00	0.00	549.01
62	3.05	2.29	427.23	85.14	15.44	2.76	0.29	0.00	0.00	533.15
63	3.10	1.67	414.87	83.78	14.93	2.64	0.28	0.00	0.00	518.17
64	3.15	1.20	403.07	82.44	14.47	2.51	0.27	0.00	0.00	503.97
65	3.20	0.86	391.82	81.09	14.04	2.40	0.26	0.00	0.00	490.48
66	3.25	0.62	381.07	79.76	13.66	2.29	0.25	0.00	0.00	477.64
67	3.30	0.44	370.81	78.42	13.30	2.18	0.24	0.00	0.00	465.40
68	3.35	0.31	361.01	77.09	12.97	2.09	0.23	0.00	0.00	453.70
69	3.40	0.22	351.64	75.76	12.67	1.99	0.23	0.00	0.00	442.50
70	3.45	0.15	342.67	74.43	12.40	1.90	0.22	0.00	0.00	431.77

No	VBM MN.m	n L (cycles)								Σ Total
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	
71	3.50	0.11	334.09	73.10	12.14	1.82	0.21	0.00	0.00	421.46
72	3.55	0.07	325.85	71.79	11.90	1.74	0.20	0.00	0.00	411.55
73	3.60	0.05	317.95	70.47	11.68	1.67	0.19	0.00	0.00	402.02
74	3.65	0.03	310.36	69.17	11.48	1.60	0.18	0.00	0.00	392.82
75	3.70	0.02	303.05	67.88	11.28	1.53	0.18	0.00	0.00	383.95
76	3.75	0.02	296.01	66.60	11.10	1.47	0.17	0.00	0.00	375.37
77	3.80	0.01	289.22	65.33	10.93	1.42	0.16	0.00	0.00	367.07
78	3.85	0.01	282.66	64.08	10.76	1.36	0.15	0.00	0.00	359.03
79	3.90	0.00	276.32	62.84	10.61	1.31	0.15	0.00	0.00	351.23
80	3.95	0.00	270.17	61.62	10.45	1.27	0.14	0.00	0.00	343.66
81	4.00	0.00	264.22	60.42	10.31	1.23	0.13	0.00	0.00	336.30
82	4.05	0.00	258.43	59.23	10.16	1.19	0.13	0.00	0.00	329.14
83	4.10	0.00	252.81	58.07	10.02	1.15	0.12	0.00	0.00	322.18
84	4.15	0.00	247.34	56.93	9.89	1.11	0.12	0.00	0.00	315.39
85	4.20	0.00	242.02	55.81	9.75	1.08	0.11	0.00	0.00	308.77
86	4.25	0.00	236.83	54.71	9.62	1.05	0.11	0.00	0.00	302.32
87	4.30	0.00	231.76	53.64	9.49	1.02	0.10	0.00	0.00	296.02
88	4.35	0.00	226.82	52.59	9.36	1.00	0.10	0.00	0.00	289.87
89	4.40	0.00	222.00	51.56	9.23	0.97	0.09	0.00	0.00	283.86
90	4.45	0.00	217.29	50.56	9.11	0.95	0.09	0.00	0.00	277.99
91	4.50	0.00	212.68	49.58	8.98	0.93	0.09	0.00	0.00	272.26
92	4.55	0.00	208.18	48.62	8.85	0.91	0.08	0.00	0.00	266.65
93	4.60	0.00	203.77	47.69	8.73	0.89	0.08	0.00	0.00	261.16
94	4.65	0.00	199.46	46.79	8.60	0.88	0.08	0.00	0.00	255.80
95	4.70	0.00	195.24	45.90	8.48	0.86	0.07	0.00	0.00	250.56
96	4.75	0.00	191.12	45.04	8.35	0.85	0.07	0.00	0.00	245.43
97	4.80	0.00	187.08	44.21	8.23	0.83	0.07	0.00	0.00	240.42
98	4.85	0.00	183.12	43.40	8.11	0.82	0.07	0.00	0.00	235.51
99	4.90	0.00	179.25	42.61	7.99	0.80	0.06	0.00	0.00	230.72
100	4.95	0.00	175.47	41.84	7.86	0.79	0.06	0.00	0.00	226.03
101	5.00	0.00	171.76	41.10	7.74	0.78	0.06	0.00	0.00	221.44
102	5.05	0.00	168.13	40.38	7.62	0.77	0.06	0.00	0.00	216.96
103	5.10	0.00	164.58	39.68	7.50	0.76	0.06	0.00	0.00	212.57
104	5.15	0.00	161.11	39.00	7.38	0.75	0.05	0.00	0.00	208.29
105	5.20	0.00	157.71	38.34	7.26	0.74	0.05	0.00	0.00	204.10
106	5.25	0.00	154.38	37.70	7.15	0.73	0.05	0.00	0.00	200.01

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
107	5.30	0.00	151.13	37.08	7.03	0.72	0.05	0.00	0.00	196.01
108	5.35	0.00	147.95	36.47	6.92	0.71	0.05	0.00	0.00	192.10
109	5.40	0.00	144.84	35.89	6.80	0.70	0.05	0.00	0.00	188.28
110	5.45	0.00	141.80	35.32	6.69	0.69	0.05	0.00	0.00	184.54
111	5.50	0.00	138.82	34.77	6.58	0.68	0.04	0.00	0.00	180.89
112	5.55	0.00	135.91	34.24	6.47	0.67	0.04	0.00	0.00	177.33
113	5.60	0.00	133.06	33.72	6.36	0.66	0.04	0.00	0.00	173.85
114	5.65	-	130.28	33.21	6.25	0.66	0.04	0.00	0.00	170.44
115	5.70	-	127.56	32.72	6.14	0.65	0.04	0.00	0.00	167.12
116	5.75	-	124.90	32.25	6.04	0.64	0.04	0.00	0.00	163.87
117	5.80	-	122.30	31.79	5.94	0.63	0.04	0.00	0.00	160.69
118	5.85	-	119.76	31.34	5.83	0.62	0.04	0.00	0.00	157.59
119	5.90	-	117.27	30.90	5.73	0.61	0.04	0.00	0.00	154.56
120	5.95	-	114.84	30.47	5.64	0.61	0.04	0.00	0.00	151.59
121	6.00	-	112.47	30.06	5.54	0.60	0.04	0.00	0.00	148.70
122	6.05	-	110.14	29.65	5.44	0.59	0.03	0.00	0.00	145.86
123	6.10	-	107.87	29.26	5.35	0.58	0.03	0.00	0.00	143.09
124	6.15	-	105.64	28.88	5.26	0.57	0.03	0.00	0.00	140.39
125	6.20	-	103.47	28.50	5.17	0.57	0.03	0.00	0.00	137.74
126	6.25	-	101.34	28.14	5.08	0.56	0.03	0.00	0.00	135.15
127	6.30	-	99.26	27.78	4.99	0.55	0.03	0.00	0.00	132.62
128	6.35	-	97.23	27.43	4.91	0.54	0.03	0.00	0.00	130.14
129	6.40	-	95.23	27.09	4.82	0.53	0.03	0.00	0.00	127.71
130	6.45	-	93.29	26.76	4.74	0.53	0.03	0.00	0.00	125.34
131	6.50	-	91.38	26.43	4.66	0.52	0.03	0.00	0.00	123.02
132	6.55	-	89.51	26.11	4.58	0.51	0.03	0.00	0.00	120.74
133	6.60	-	87.68	25.80	4.50	0.50	0.03	0.00	0.00	118.52
134	6.65	-	85.89	25.49	4.43	0.50	0.03	0.00	0.00	116.33
135	6.70	-	84.13	25.19	4.35	0.49	0.03	0.00	0.00	114.20
136	6.75	-	82.42	24.90	4.28	0.48	0.03	0.00	0.00	112.10
137	6.80	-	80.73	24.61	4.21	0.47	0.03	0.00	0.00	110.05
138	6.85	-	79.08	24.32	4.14	0.47	0.03	0.00	0.00	108.04
139	6.90	-	77.47	24.04	4.07	0.46	0.03	0.00	0.00	106.07
140	6.95	-	75.88	23.77	4.01	0.45	0.03	0.00	0.00	104.14
141	7.00	-	74.33	23.50	3.94	0.45	0.03	0.00	0.00	102.24
142	7.05	-	72.81	23.23	3.88	0.44	0.03	0.00	0.00	100.39

No	VBM MN.m	n L (cycles)								Σ Total
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	
143	7.10	-	71.32	22.97	3.82	0.43	0.03	0.00	0.00	98.56
144	7.15	-	69.85	22.71	3.76	0.43	0.02	0.00	0.00	96.78
145	7.20	-	68.42	22.46	3.70	0.42	0.02	0.00	0.00	95.02
146	7.25	-	67.01	22.21	3.64	0.41	0.02	0.00	0.00	93.30
147	7.30	-	65.63	21.96	3.59	0.41	0.02	0.00	0.00	91.61
148	7.35	-	64.28	21.72	3.53	0.40	0.02	0.00	0.00	89.95
149	7.40	-	62.95	21.48	3.48	0.39	0.02	0.00	0.00	88.33
150	7.45	-	61.65	21.25	3.43	0.39	0.02	0.00	0.00	86.73
151	7.50	-	60.37	21.02	3.38	0.38	0.02	0.00	0.00	85.16
152	7.55	-	59.11	20.63	3.33	0.37	0.02	0.00	0.00	83.46
153	7.60	-	57.88	20.42	3.28	0.37	0.02	0.00	0.00	81.97
154	7.65	-	56.67	20.21	3.23	0.36	0.02	0.00	0.00	80.50
155	7.70	-	55.49	20.00	3.18	0.35	0.02	0.00	0.00	79.05
156	7.75	-	54.32	19.80	3.14	0.35	0.02	0.00	0.00	77.63
157	7.80	-	53.18	19.59	3.09	0.34	0.02	0.00	0.00	76.23
158	7.85	-	52.06	19.39	3.05	0.34	0.02	0.00	0.00	74.86
159	7.90	-	50.96	19.19	3.01	0.33	0.02	0.00	0.00	73.51
160	7.95	-	49.88	18.99	2.97	0.33	0.02	0.00	0.00	72.19
161	8.00	-	48.82	18.80	2.93	0.32	0.02	0.00	0.00	70.88
162	8.05	-	47.78	18.60	2.89	0.32	0.02	0.00	0.00	69.60
163	8.10	-	46.75	18.41	2.85	0.31	0.02	0.00	0.00	68.34
164	8.15	-	45.75	18.22	2.81	0.30	0.02	0.00	0.00	67.11
165	8.20	-	44.77	18.03	2.78	0.30	0.02	0.00	0.00	65.89
166	8.25	-	43.80	17.85	2.74	0.29	0.02	0.00	0.00	64.70
167	8.30	-	42.85	17.66	2.70	0.29	0.02	0.00	0.00	63.53
168	8.35	-	41.92	17.48	2.67	0.28	0.02	0.00	0.00	62.37
169	8.40	-	41.01	17.30	2.64	0.28	0.02	0.00	0.00	61.24
170	8.45	-	40.11	17.12	2.60	0.28	0.02	0.00	0.00	60.13
171	8.50	-	39.23	16.95	2.57	0.27	0.02	0.00	0.00	59.04
172	8.55	-	38.37	16.77	2.54	0.27	0.02	0.00	0.00	57.96
173	8.60	-	37.52	16.60	2.51	0.26	0.02	0.00	0.00	56.91
174	8.65	-	36.69	16.43	2.48	0.26	0.01	0.00	0.00	55.87
175	8.70	-	35.87	16.26	2.45	0.25	0.01	0.00	0.00	54.85
176	8.75	-	35.08	16.09	2.42	0.25	0.01	0.00	0.00	53.85
177	8.80	-	34.29	15.93	2.39	0.24	0.01	0.00	0.00	52.87
178	8.85	-	33.52	15.77	2.37	0.24	0.01	0.00	0.00	51.91

No	VBM MN.m	n L (cycles)								Σ Total
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	
179	8.90	-	32.77	15.61	2.34	0.24	0.01	0.00	0.00	50.96
180	8.95	-	32.03	15.45	2.31	0.23	0.01	0.00	0.00	50.03
181	9.00	-	31.30	15.29	2.29	0.23	0.01	0.00	0.00	49.12
182	9.05	-	30.59	15.13	2.26	0.23	0.01	0.00	0.00	48.22
183	9.10	-	29.89	14.98	2.24	0.22	0.01	0.00	0.00	47.34
184	9.15	-	29.21	14.83	2.21	0.22	0.01	0.00	0.00	46.48
185	9.20	-	28.54	14.68	2.19	0.21	0.01	0.00	0.00	45.63
186	9.25	-	27.88	14.53	2.16	0.21	0.01	0.00	0.00	44.80
187	9.30	-	27.23	14.39	2.14	0.21	0.01	0.00	0.00	43.98
188	9.35	-	26.60	14.24	2.12	0.20	0.01	0.00	0.00	43.18
189	9.40	-	25.98	14.10	2.09	0.20	0.01	0.00	0.00	42.39
190	9.45	-	25.34	13.96	2.07	0.20	0.01	0.00	0.00	41.58
191	9.50	-	24.75	13.82	2.05	0.19	0.01	0.00	0.00	40.83
192	9.55	-	24.17	13.68	2.03	0.19	0.01	0.00	0.00	40.08
193	9.60	-	23.60	13.55	2.01	0.19	0.01	0.00	0.00	39.36
194	9.65	-	23.05	13.42	1.99	0.19	0.01	0.00	0.00	38.64
195	9.70	-	22.50	13.28	1.97	0.18	0.01	0.00	0.00	37.94
196	9.75	-	21.97	13.15	1.94	0.18	0.01	0.00	0.00	37.26
197	9.80	-	21.45	13.02	1.92	0.18	0.01	0.00	0.00	36.58
198	9.85	-	20.93	12.90	1.91	0.17	0.01	0.00	0.00	35.92
199	9.90	-	20.43	12.77	1.89	0.17	0.01	0.00	0.00	35.27
200	9.95	-	19.94	12.65	1.87	0.17	0.01	0.00	0.00	34.63
201	10.00	-	19.46	12.52	1.85	0.17	0.01	0.00	0.00	34.01
202	10.05	-	18.99	12.40	1.79	0.16	0.01	0.00	0.00	33.35
203	10.10	-	18.53	12.28	1.77	0.16	0.01	0.00	0.00	32.75
204	10.15	-	18.08	12.16	1.76	0.16	0.01	0.00	0.00	32.17
205	10.20	-	17.64	12.05	1.74	0.16	0.01	0.00	0.00	31.59
206	10.25	-	17.21	11.93	1.73	0.15	0.01	0.00	0.00	31.02
207	10.30	-	16.78	11.81	1.71	0.15	0.01	0.00	0.00	30.47
208	10.35	-	16.37	11.70	1.70	0.15	0.01	0.00	0.00	29.93
209	10.40	-	15.97	11.59	1.68	0.15	0.01	0.00	0.00	29.39
210	10.45	-	15.57	11.48	1.67	0.15	0.01	0.00	0.00	28.87
211	10.50	-	15.18	11.37	1.65	0.14	0.01	0.00	0.00	28.35
212	10.55	-	14.80	11.26	1.64	0.14	0.01	0.00	0.00	27.85
213	10.60	-	14.43	11.15	1.62	0.14	0.01	0.00	0.00	27.36
214	10.65	-	14.07	11.05	1.61	0.14	0.01	0.00	0.00	26.87

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
215	10.70	-	13.72	10.94	1.59	0.14	0.01	0.00	0.00	26.40
216	10.75	-	13.37	10.84	1.58	0.13	0.01	0.00	0.00	25.93
217	10.80	-	13.03	10.74	1.56	0.13	0.01	0.00	0.00	25.47
218	10.85	-	12.70	10.64	1.55	0.13	0.01	0.00	0.00	25.02
219	10.90	-	12.38	10.54	1.53	0.13	0.01	0.00	0.00	24.59
220	10.95	-	12.06	10.44	1.52	0.13	0.01	0.00	0.00	24.15
221	11.00	-	11.75	10.34	1.51	0.13	0.00	0.00	0.00	23.73
222	11.05	-	11.45	10.24	1.49	0.12	0.00	0.00	0.00	23.32
223	11.10	-	11.16	10.15	1.48	0.12	0.00	0.00	0.00	22.91
224	11.15	-	10.87	10.05	1.47	0.12	0.00	0.00	0.00	22.51
225	11.20	-	10.59	9.96	1.45	0.12	0.00	0.00	0.00	22.12
226	11.25	-	10.31	9.87	1.44	0.12	0.00	0.00	0.00	21.74
227	11.30	-	10.04	9.77	1.43	0.12	0.00	0.00	0.00	21.36
228	11.35	-	9.78	9.68	1.41	0.12	0.00	0.00	0.00	20.99
229	11.40	-	9.52	9.59	1.40	0.11	0.00	0.00	0.00	20.63
230	11.45	-	9.27	9.50	1.39	0.11	0.00	0.00	0.00	20.28
231	11.50	-	9.03	9.41	1.37	0.11	0.00	0.00	0.00	19.93
232	11.55	-	8.79	9.33	1.36	0.11	0.00	0.00	0.00	19.59
233	11.60	-	8.56	9.24	1.35	0.11	0.00	0.00	0.00	19.26
234	11.65	-	8.33	9.15	1.34	0.11	0.00	0.00	0.00	18.93
235	11.70	-	8.11	9.07	1.32	0.11	0.00	0.00	0.00	18.61
236	11.75	-	7.89	8.98	1.31	0.10	0.00	0.00	0.00	18.29
237	11.80	-	7.68	8.90	1.30	0.10	0.00	0.00	0.00	17.98
238	11.85	-	7.47	8.82	1.29	0.10	0.00	0.00	0.00	17.68
239	11.90	-	7.27	8.73	1.28	0.10	0.00	0.00	0.00	17.38
240	11.95	-	7.07	8.65	1.27	0.10	0.00	0.00	0.00	17.09
241	12.00	-	6.88	8.57	1.25	0.10	0.00	0.00	0.00	16.81
242	12.05	-	6.69	8.49	1.24	0.10	0.00	0.00	0.00	16.53
243	12.10	-	6.51	8.41	1.23	0.10	0.00	0.00	0.00	16.25
244	12.15	-	6.33	8.34	1.22	0.10	0.00	0.00	0.00	15.98
245	12.20	-	6.16	8.26	1.21	0.09	0.00	0.00	0.00	15.72
246	12.25	-	5.99	8.18	1.20	0.09	0.00	0.00	0.00	15.46
247	12.30	-	5.82	8.10	1.19	0.09	0.00	0.00	0.00	15.21
248	12.35	-	5.66	8.03	1.18	0.09	0.00	0.00	0.00	14.96
249	12.40	-	5.50	7.95	1.17	0.09	0.00	0.00	0.00	14.71
250	12.45	-	5.35	7.88	1.15	0.09	0.00	0.00	0.00	14.47

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
251	12.50	-	5.20	7.81	1.14	0.09	0.00	0.00	0.00	14.24
252	12.55	-	5.05	7.73	1.13	0.08	0.00	0.00	0.00	14.00
253	12.60	-	4.91	7.66	1.12	0.08	0.00	0.00	0.00	13.78
254	12.65	-	4.77	7.59	1.11	0.08	0.00	0.00	0.00	13.56
255	12.70	-	4.64	7.52	1.10	0.08	0.00	0.00	0.00	13.34
256	12.75	-	4.50	7.45	1.09	0.08	0.00	0.00	0.00	13.12
257	12.80	-	4.37	7.38	1.08	0.08	0.00	0.00	0.00	12.92
258	12.85	-	4.25	7.31	1.07	0.08	0.00	0.00	0.00	12.71
259	12.90	-	4.13	7.24	1.06	0.08	0.00	0.00	0.00	12.51
260	12.95	-	4.01	7.17	1.05	0.08	0.00	0.00	0.00	12.31
261	13.00	-	3.89	7.10	1.05	0.08	0.00	0.00	0.00	12.12
262	13.05	-	3.78	7.03	1.04	0.08	0.00	0.00	0.00	11.93
263	13.10	-	3.67	6.97	1.03	0.07	0.00	0.00	0.00	11.74
264	13.15	-	3.56	6.90	1.02	0.07	0.00	0.00	0.00	11.56
265	13.20	-	3.46	6.84	1.01	0.07	0.00	0.00	0.00	11.38
266	13.25	-	3.36	6.77	1.00	0.07	0.00	0.00	0.00	11.20
267	13.30	-	3.26	6.71	0.99	0.07	0.00	0.00	0.00	11.03
268	13.35	-	3.16	6.64	0.98	0.07	0.00	0.00	0.00	10.86
269	13.40	-	3.07	6.58	0.97	0.07	0.00	0.00	0.00	10.69
270	13.45	-	2.98	6.52	0.97	0.07	0.00	0.00	0.00	10.53
271	13.50	-	2.89	6.45	0.96	0.07	0.00	0.00	0.00	10.37
272	13.55	-	2.80	6.39	0.95	0.07	0.00	0.00	0.00	10.21
273	13.60	-	2.72	6.33	0.94	0.07	0.00	0.00	0.00	10.05
274	13.65	-	2.63	6.27	0.93	0.07	0.00	0.00	0.00	9.90
275	13.70	-	2.55	6.21	0.92	0.07	0.00	0.00	0.00	9.75
276	13.75	-	2.48	6.15	0.92	0.07	0.00	0.00	0.00	9.61
277	13.80	-	2.40	6.09	0.91	0.07	0.00	0.00	0.00	9.46
278	13.85	-	2.33	6.03	0.90	0.07	0.00	0.00	0.00	9.32
279	13.90	-	2.26	5.97	0.89	0.06	0.00	0.00	0.00	9.18
280	13.95	-	2.19	5.91	0.89	0.06	0.00	0.00	0.00	9.05
281	14.00	-	2.12	5.86	0.88	0.06	0.00	0.00	0.00	8.92
282	14.05	-	2.05	5.80	0.87	0.06	0.00	0.00	0.00	8.78
283	14.10	-	1.99	5.74	0.86	0.06	0.00	0.00	0.00	8.66
284	14.15	-	1.93	5.68	0.86	0.06	0.00	0.00	0.00	8.53
285	14.20	-	1.87	5.63	0.85	0.06	0.00	0.00	0.00	8.41
286	14.25	-	1.81	5.57	0.84	0.06	0.00	0.00	0.00	8.28

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
287	14.30	-	1.75	5.52	0.83	0.06	0.00	0.00	0.00	8.16
288	14.35	-	1.70	5.46	0.83	0.06	0.00	0.00	0.00	8.05
289	14.40	-	1.64	5.41	0.82	0.06	0.00	0.00	0.00	7.93
290	14.45	-	1.59	5.36	0.81	0.06	0.00	0.00	0.00	7.82
291	14.50	-	1.54	5.30	0.81	0.06	0.00	0.00	0.00	7.71
292	14.55	-	1.49	5.25	0.80	0.06	0.00	0.00	0.00	7.60
293	14.60	-	1.44	5.20	0.79	0.06	0.00	0.00	0.00	7.49
294	14.65	-	1.39	5.15	0.79	0.06	0.00	0.00	0.00	7.38
295	14.70	-	1.35	5.10	0.78	0.06	0.00	0.00	0.00	7.28
296	14.75	-	1.31	5.04	0.77	0.06	0.00	0.00	0.00	7.18
297	14.80	-	1.26	4.99	0.77	0.05	0.00	0.00	0.00	7.08
298	14.85	-	1.22	4.94	0.76	0.05	0.00	0.00	0.00	6.98
299	14.90	-	1.18	4.89	0.75	0.05	0.00	0.00	0.00	6.88
300	14.95	-	1.14	4.84	0.75	0.05	0.00	0.00	0.00	6.79
301	15.00	-	1.10	4.80	0.74	0.05	0.00	0.00	0.00	6.70
302	15.05	-	1.07	4.75	0.74	0.05	-	0.00	0.00	6.60
303	15.10	-	1.03	4.70	0.73	0.05	-	0.00	0.00	6.51
304	15.15	-	1.00	4.65	0.72	0.05	-	0.00	0.00	6.42
305	15.20	-	0.96	4.60	0.72	0.05	-	0.00	0.00	6.34
306	15.25	-	0.93	4.56	0.71	0.05	-	0.00	0.00	6.25
307	15.30	-	0.90	4.51	0.71	0.05	-	0.00	0.00	6.17
308	15.35	-	0.87	4.46	0.70	0.05	-	0.00	0.00	6.08
309	15.40	-	0.84	4.42	0.70	0.05	-	0.00	0.00	6.00
310	15.45	-	0.81	4.37	0.69	0.05	-	0.00	0.00	5.92
311	15.50	-	0.78	4.33	0.68	0.05	-	0.00	0.00	5.84
312	15.55	-	0.76	4.28	0.68	0.05	-	0.00	0.00	5.77
313	15.60	-	0.73	4.24	0.67	0.05	-	0.00	0.00	5.69
314	15.65	-	0.71	4.20	0.67	0.05	-	0.00	0.00	5.62
315	15.70	-	0.68	4.15	0.66	0.05	-	0.00	0.00	5.54
316	15.75	-	0.66	4.11	0.66	0.05	-	0.00	0.00	5.47
317	15.80	-	0.63	4.07	0.65	0.05	-	0.00	0.00	5.40
318	15.85	-	0.61	4.02	0.65	0.04	-	0.00	0.00	5.33
319	15.90	-	0.59	3.98	0.64	0.04	-	0.00	0.00	5.26
320	15.95	-	0.57	3.94	0.64	0.04	-	0.00	0.00	5.19
321	16.00	-	0.55	3.90	0.63	0.04	-	0.00	0.00	5.12
322	16.05	-	0.53	3.86	0.63	0.04	-	0.00	0.00	5.06

No	VBM MN.m	n L (cycles)								Σ Total
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	
323	16.10	-	0.51	3.82	0.62	0.04	-	0.00	0.00	4.99
324	16.15	-	0.49	3.78	0.62	0.04	-	0.00	0.00	4.93
325	16.20	-	0.48	3.74	0.61	0.04	-	0.00	0.00	4.87
326	16.25	-	0.46	3.70	0.61	0.04	-	0.00	0.00	4.81
327	16.30	-	0.44	3.66	0.60	0.04	-	0.00	0.00	4.74
328	16.35	-	0.43	3.62	0.60	0.04	-	0.00	0.00	4.68
329	16.40	-	0.41	3.58	0.59	0.04	-	0.00	0.00	4.63
330	16.45	-	0.40	3.54	0.59	0.04	-	0.00	0.00	4.57
331	16.50	-	0.38	3.51	0.58	0.04	-	0.00	0.00	4.51
332	16.55	-	0.37	3.47	0.58	0.04	-	0.00	-	4.45
333	16.60	-	0.35	3.43	0.57	0.04	-	0.00	-	4.40
334	16.65	-	0.34	3.39	0.57	0.04	-	0.00	-	4.34
335	16.70	-	0.33	3.36	0.57	0.04	-	0.00	-	4.29
336	16.75	-	0.32	3.32	0.56	0.04	-	0.00	-	4.24
337	16.80	-	0.30	3.29	0.56	0.04	-	0.00	-	4.18
338	16.85	-	0.29	3.25	0.55	0.04	-	0.00	-	4.13
339	16.90	-	0.28	3.22	0.55	0.04	-	0.00	-	4.08
340	16.95	-	0.27	3.18	0.54	0.04	-	0.00	-	4.03
341	17.00	-	0.26	3.15	0.54	0.04	-	0.00	-	3.98
342	17.05	-	0.25	3.11	0.54	0.04	-	0.00	-	3.93
343	17.10	-	0.24	3.08	0.53	0.04	-	0.00	-	3.89
344	17.15	-	0.23	3.04	0.53	0.03	-	0.00	-	3.84
345	17.20	-	0.22	3.01	0.52	0.03	-	0.00	-	3.79
346	17.25	-	0.21	2.98	0.52	0.03	-	0.00	-	3.75
347	17.30	-	0.21	2.95	0.52	0.03	-	0.00	-	3.70
348	17.35	-	0.20	2.91	0.51	0.03	-	0.00	-	3.66
349	17.40	-	0.19	2.88	0.51	0.03	-	0.00	-	3.61
350	17.45	-	0.18	2.85	0.50	0.03	-	0.00	-	3.57
351	17.50	-	0.18	2.82	0.50	0.03	-	0.00	-	3.53
352	17.55	-	0.17	2.79	0.50	0.03	-	0.00	-	3.48
353	17.60	-	0.16	2.76	0.49	0.03	-	0.00	-	3.44
354	17.65	-	0.16	2.73	0.49	0.03	-	0.00	-	3.40
355	17.70	-	0.15	2.70	0.48	0.03	-	0.00	-	3.36
356	17.75	-	0.14	2.67	0.48	0.03	-	0.00	-	3.32
357	17.80	-	0.14	2.64	0.48	0.03	-	0.00	-	3.28
358	17.85	-	0.13	2.61	0.47	0.03	-	0.00	-	3.24

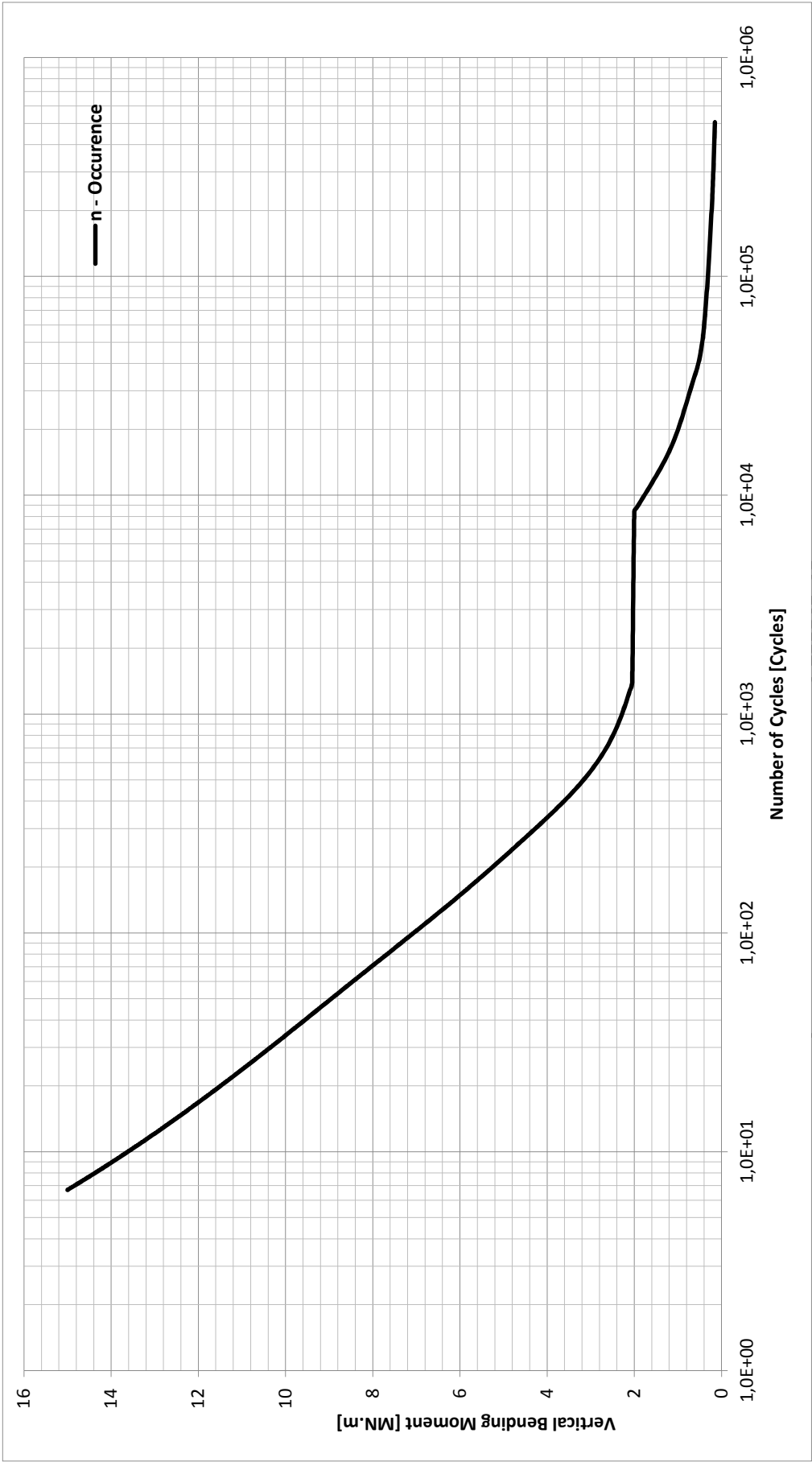
No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
359	17.90	-	0.13	2.58	0.47	0.03	-	0.00	-	3.21
360	17.95	-	0.12	2.55	0.47	0.03	-	0.00	-	3.17
361	18.00	-	0.12	2.52	0.46	0.03	-	0.00	-	3.13
362	18.05	-	0.11	2.49	0.46	0.03	-	0.00	-	3.09
363	18.10	-	0.11	2.46	0.46	0.03	-	0.00	-	3.06
364	18.15	-	0.10	2.44	0.45	0.03	-	0.00	-	3.02
365	18.20	-	0.10	2.41	0.45	0.03	-	0.00	-	2.99
366	18.25	-	0.10	2.38	0.44	0.03	-	0.00	-	2.95
367	18.30	-	0.09	2.35	0.44	0.03	-	0.00	-	2.92
368	18.35	-	0.09	2.33	0.44	0.03	-	0.00	-	2.88
369	18.40	-	0.08	2.30	0.43	0.03	-	0.00	-	2.85
370	18.45	-	0.08	2.28	0.43	0.03	-	0.00	-	2.81
371	18.50	-	0.08	2.25	0.43	0.03	-	0.00	-	2.78
372	18.55	-	0.07	2.22	0.42	0.03	-	0.00	-	2.75
373	18.60	-	0.07	2.20	0.42	0.03	-	0.00	-	2.72
374	18.65	-	0.07	2.17	0.42	0.03	-	0.00	-	2.69
375	18.70	-	0.07	2.15	0.41	0.03	-	0.00	-	2.65
376	18.75	-	0.06	2.12	0.41	0.03	-	0.00	-	2.62
377	18.80	-	0.06	2.10	0.41	0.03	-	0.00	-	2.59
378	18.85	-	0.06	2.07	0.41	0.03	-	0.00	-	2.56
379	18.90	-	0.06	2.05	0.40	0.03	-	0.00	-	2.53
380	18.95	-	0.05	2.03	0.40	0.03	-	0.00	-	2.50
381	19.00	-	0.05	2.00	0.40	0.02	-	0.00	-	2.47
382	19.05	-	0.05	1.98	0.39	0.02	-	0.00	-	2.45
383	19.10	-	0.05	1.96	0.39	0.02	-	0.00	-	2.42
384	19.15	-	0.04	1.93	0.39	0.02	-	0.00	-	2.39
385	19.20	-	0.04	1.91	0.38	0.02	-	0.00	-	2.36
386	19.25	-	0.04	1.89	0.38	0.02	-	0.00	-	2.33
387	19.30	-	0.04	1.87	0.38	0.02	-	0.00	-	2.31
388	19.35	-	0.04	1.85	0.37	0.02	-	0.00	-	2.28
389	19.40	-	0.04	1.82	0.37	0.02	-	0.00	-	2.25
390	19.45	-	0.03	1.80	0.37	0.02	-	0.00	-	2.23
391	19.50	-	0.03	1.78	0.37	0.02	-	0.00	-	2.20
392	19.55	-	0.03	1.76	0.36	0.02	-	0.00	-	2.18
393	19.60	-	0.03	1.74	0.36	0.02	-	0.00	-	2.15
394	19.65	-	0.03	1.72	0.36	0.02	-	0.00	-	2.13

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
395	19.70	-	0.03	1.70	0.35	0.02	-	0.00	-	2.10
396	19.75	-	0.03	1.68	0.35	0.02	-	0.00	-	2.08
397	19.80	-	0.02	1.66	0.35	0.02	-	0.00	-	2.05
398	19.85	-	0.02	1.64	0.35	0.02	-	0.00	-	2.03
399	19.90	-	0.02	1.62	0.34	0.02	-	0.00	-	2.01
400	19.95	-	0.02	1.60	0.34	0.02	-	0.00	-	1.98
401	20.00	-	0.02	1.58	0.34	0.02	-	0.00	-	1.96
402	20.05	-	0.02	1.56	0.34	0.02	-	-	-	1.94
403	20.10	-	0.02	1.54	0.33	0.02	-	-	-	1.92
404	20.15	-	0.02	1.52	0.33	0.02	-	-	-	1.89
405	20.20	-	0.02	1.51	0.33	0.02	-	-	-	1.87
406	20.25	-	0.02	1.49	0.32	0.02	-	-	-	1.85
407	20.30	-	0.02	1.47	0.32	0.02	-	-	-	1.83
408	20.35	-	0.01	1.45	0.32	0.02	-	-	-	1.81
409	20.40	-	0.01	1.43	0.32	0.02	-	-	-	1.79
410	20.45	-	0.01	1.42	0.31	0.02	-	-	-	1.77
411	20.50	-	0.01	1.40	0.31	0.02	-	-	-	1.74
412	20.55	-	0.01	1.38	0.31	0.02	-	-	-	1.72
413	20.60	-	0.01	1.37	0.31	0.02	-	-	-	1.70
414	20.65	-	0.01	1.35	0.30	0.02	-	-	-	1.68
415	20.70	-	0.01	1.33	0.30	0.02	-	-	-	1.66
416	20.75	-	0.01	1.32	0.30	0.02	-	-	-	1.65
417	20.80	-	0.01	1.30	0.30	0.02	-	-	-	1.63
418	20.85	-	0.01	1.28	0.30	0.02	-	-	-	1.61
419	20.90	-	0.01	1.27	0.29	0.02	-	-	-	1.59
420	20.95	-	0.01	1.25	0.29	0.02	-	-	-	1.57
421	21.00	-	0.01	1.24	0.29	0.02	-	-	-	1.55
422	21.05	-	0.01	1.22	0.29	0.02	-	-	-	1.53
423	21.10	-	0.01	1.21	0.28	0.02	-	-	-	1.52
424	21.15	-	0.01	1.19	0.28	0.02	-	-	-	1.50
425	21.20	-	0.01	1.18	0.28	0.02	-	-	-	1.48
426	21.25	-	0.01	1.16	0.28	0.02	-	-	-	1.46
427	21.30	-	0.01	1.15	0.27	0.02	-	-	-	1.45
428	21.35	-	0.01	1.13	0.27	0.02	-	-	-	1.43
429	21.40	-	0.01	1.12	0.27	0.02	-	-	-	1.41
430	21.45	-	0.01	1.11	0.27	0.02	-	-	-	1.40

No	VBM MN.m	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
431	21.50	-	0.00	1.09	0.27	0.02	-	-	-	1.38
432	21.55	-	0.00	1.08	0.26	0.02	-	-	-	1.36
433	21.60	-	0.00	1.06	0.26	0.02	-	-	-	1.35
434	21.65	-	0.00	1.05	0.26	0.02	-	-	-	1.33
435	21.70	-	0.00	1.04	0.26	0.02	-	-	-	1.32
436	21.75	-	0.00	1.02	0.26	0.02	-	-	-	1.30
437	21.80	-	0.00	1.01	0.25	0.02	-	-	-	1.28
438	21.85	-	0.00	1.00	0.25	0.02	-	-	-	1.27
439	21.90	-	0.00	0.99	0.25	0.02	-	-	-	1.25
440	21.95	-	0.00	0.97	0.25	0.02	-	-	-	1.24
441	22.00	-	0.00	0.96	0.24	0.02	-	-	-	1.22
442	22.05	-	0.00	0.95	0.24	0.02	-	-	-	1.21
443	22.10	-	0.00	0.94	0.24	0.02	-	-	-	1.20
444	22.15	-	0.00	0.92	0.24	0.01	-	-	-	1.18
445	22.20	-	0.00	0.91	0.24	0.01	-	-	-	1.17
446	22.25	-	0.00	0.90	0.24	0.01	-	-	-	1.15
447	22.30	-	0.00	0.89	0.23	0.01	-	-	-	1.14
448	22.35	-	0.00	0.88	0.23	0.01	-	-	-	1.13
449	22.40	-	0.00	0.87	0.23	0.01	-	-	-	1.11
450	22.45	-	0.00	0.86	0.23	0.01	-	-	-	1.10
451	22.50	-	0.00	0.84	0.23	0.01	-	-	-	1.09
452	22.55	-	0.00	0.83	0.22	0.01	-	-	-	1.07
453	22.60	-	0.00	0.82	0.22	0.01	-	-	-	1.06
454	22.65	-	0.00	0.81	0.22	0.01	-	-	-	1.05
455	22.70	-	0.00	0.80	0.22	0.01	-	-	-	1.03
456	22.75	-	0.00	0.79	0.22	0.01	-	-	-	1.02
457	22.80	-	0.00	0.78	0.21	0.01	-	-	-	1.01
458	22.85	-	0.00	0.77	0.21	0.01	-	-	-	1.00
459	22.90	-	0.00	0.76	0.21	0.01	-	-	-	0.99
460	22.95	-	0.00	0.75	0.21	0.01	-	-	-	0.97
461	23.00	-	0.00	0.74	0.21	0.01	-	-	-	0.96
462	23.05	-	0.00	0.73	0.21	0.01	-	-	-	0.95
463	23.10	-	0.00	0.72	0.20	0.01	-	-	-	0.94
464	23.15	-	0.00	0.71	0.20	0.01	-	-	-	0.93
465	23.20	-	0.00	0.70	0.20	0.01	-	-	-	0.92
466	23.25	-	0.00	0.69	0.20	0.01	-	-	-	0.91

VBM_e	
	18.14

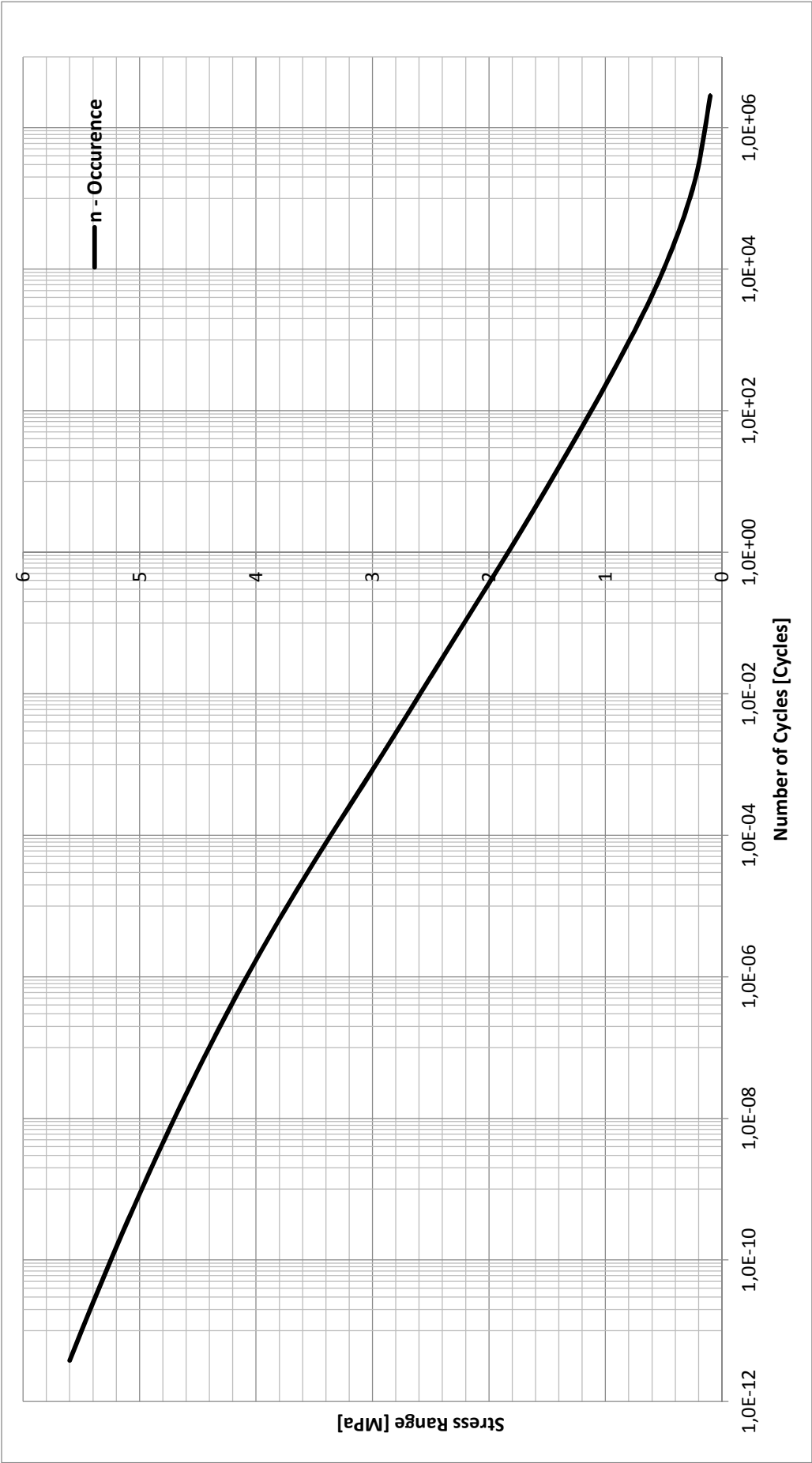
Interpolasi Linier	
nL	VBMe
6.696	15.05
1	Y
6.603	15.10
	<u>18.14253747</u>



$$A = \frac{1.72584E+12}{18.14253747}$$

BM_e	
	5.24

Interpolasi Linier	
nL	Se
1.240	5.20
1	γ
0.669	5.30
	<u><u>5.242037136</u></u>



No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.10	2,327,996.41	2,410,320.07	557,389.94	42,006.35	2,384.28	148.58	8.85	0.35	5,340,254.83
3	0.20	304,214.55	670,868.25	153,238.45	28,395.62	3,044.94	254.31	16.70	0.68	1,160,033.50
4	0.30	124,554.19	219,540.06	94,720.33	19,548.25	2,991.59	314.15	22.78	0.95	461,692.31
5	0.40	97,223.65	75,532.58	53,504.59	15,680.15	2,837.75	338.74	26.62	1.16	245,145.23
6	0.50	75,567.99	33,547.33	26,474.02	11,203.00	2,484.50	332.66	28.16	1.29	149,638.95
7	0.60	57,203.14	17,704.43	13,472.84	7,269.05	1,988.66	302.10	27.70	1.36	97,969.27
8	0.70	45,555.63	10,736.48	7,557.69	4,545.16	1,488.35	257.44	25.72	1.35	70,167.83
9	0.80	39,381.17	7,382.71	4,590.18	2,877.42	1,069.77	208.93	22.80	1.30	55,534.29
10	0.90	36,105.08	5,795.30	2,965.20	1,886.94	756.77	163.80	19.50	1.21	47,693.80
11	1.00	33,843.94	5,035.68	2,028.46	1,280.76	536.50	125.69	16.20	1.09	42,868.32
12	1.10	31,732.37	4,587.72	1,459.04	893.93	384.59	95.43	13.19	0.97	39,167.24
13	1.20	29,549.66	4,220.07	1,096.85	640.48	279.16	72.25	10.60	0.84	35,869.89
14	1.30	27,338.96	3,858.32	862.88	471.60	204.88	54.76	8.43	0.72	32,800.54
15	1.40	25,202.00	3,493.65	713.33	356.70	151.97	41.59	6.68	0.60	29,966.52
16	1.50	23,222.49	3,136.95	619.13	276.38	114.09	31.66	5.27	0.50	27,406.48
17	1.60	21,448.40	2,801.26	559.33	218.74	86.93	24.15	4.15	0.41	25,143.37
18	1.70	19,894.97	2,496.45	519.23	176.74	67.32	18.47	3.25	0.34	23,176.78
19	1.80	18,553.44	2,228.32	489.28	146.03	53.00	14.20	2.55	0.27	21,487.08
20	1.90	17,400.32	1,998.91	463.85	123.72	42.35	11.00	1.99	0.22	20,042.35
21	2.00	16,405.37	1,807.32	439.99	107.68	34.28	8.61	1.55	0.17	18,804.95
22	2.10	15,537.42	1,650.53	416.40	96.22	28.07	6.82	1.20	0.13	17,736.79
23	2.20	14,768.26	1,524.26	392.71	88.01	23.25	5.46	0.94	0.10	16,802.98
24	2.30	14,074.51	1,423.61	368.98	82.02	19.49	4.43	0.73	0.08	15,973.86
25	2.40	13,438.22	1,343.65	345.49	77.47	16.58	3.62	0.58	0.06	15,225.66
26	2.50	12,846.45	1,279.74	322.54	73.81	14.33	2.99	0.46	0.04	14,540.35
27	2.60	12,290.44	1,227.81	300.42	70.66	12.61	2.49	0.37	0.03	13,904.82
28	2.70	11,764.55	1,184.48	279.40	67.77	11.29	2.08	0.29	0.02	13,309.89
29	2.80	11,265.31	1,147.01	259.64	65.01	10.29	1.76	0.24	0.01	12,749.26
30	2.90	10,790.55	1,113.33	241.29	62.30	9.53	1.49	0.19	0.01	12,218.69
31	3.00	10,338.85	1,081.94	224.43	59.59	8.93	1.28	0.16	0.01	11,715.18
32	3.10	9,909.09	1,051.78	209.08	56.89	8.46	1.11	0.13	0.00	11,236.54
33	3.20	9,500.21	1,022.19	195.23	54.19	8.08	0.98	0.10	0.00	10,780.97

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
34	3.30	9,111.09	992.76	182.84	51.51	7.75	0.87	0.08	0.00	10,346.901
35	3.40	8,740.52	963.31	171.84	48.87	7.45	0.78	0.07	0.00	9,932.843
36	3.50	8,387.22	933.77	162.14	46.28	7.18	0.72	0.05	0.00	9,537.362
37	3.60	8,049.86	904.19	153.63	43.76	6.92	0.66	0.04	0.00	9,159.064
38	3.70	7,727.11	874.66	146.20	41.32	6.67	0.62	0.03	0.00	8,796.613
39	3.80	7,417.70	845.30	139.73	38.98	6.43	0.59	0.03	0.00	8,448.76
40	3.90	7,120.46	816.25	134.12	36.75	6.18	0.56	0.02	0.00	8,114.34
41	4.00	6,834.33	787.64	129.24	34.63	5.94	0.53	0.02	0.00	7,792.32
42	4.10	6,558.38	759.59	124.99	32.62	5.70	0.51	0.01	0.00	7,481.80
43	4.20	6,291.81	732.21	121.27	30.74	5.46	0.49	0.01	0.00	7,182.00
44	4.30	6,033.96	705.60	118.00	28.98	5.22	0.48	0.01	0.00	6,892.24
45	4.40	5,784.29	679.83	115.10	27.35	4.98	0.46	0.01	0.00	6,612.01
46	4.50	5,542.35	654.97	112.49	25.83	4.75	0.45	0.00	0.00	6,340.84
47	4.60	5,307.82	631.06	110.12	24.43	4.53	0.43	0.00	0.00	6,078.39
48	4.70	5,080.44	608.13	107.93	23.14	4.31	0.42	0.00	0.00	5,824.37
49	4.80	4,860.00	586.19	105.89	21.97	4.09	0.40	0.00	0.00	5,578.55
50	4.90	4,646.37	565.26	103.95	20.89	3.89	0.39	0.00	0.00	5,340.74
51	5.00	4,439.42	545.32	102.09	19.91	3.69	0.38	0.00	0.00	5,110.80
52	5.10	4,239.06	526.35	100.28	19.03	3.50	0.36	0.00	0.00	4,888.58
53	5.20	4,045.22	508.35	98.52	18.22	3.32	0.35	0.00	0.00	4,673.97
54	5.30	3,857.82	491.26	96.77	17.50	3.14	0.33	0.00	0.00	4,466.83
55	5.40	3,676.80	475.06	95.05	16.84	2.97	0.32	0.00	0.00	4,267.05
56	5.50	3,502.09	459.72	93.33	16.25	2.82	0.31	0.00	0.00	4,074.51
57	5.60	3,333.61	445.17	91.61	15.72	2.67	0.29	0.00	0.00	3,889.07
58	5.70	3,171.27	431.39	89.90	15.24	2.53	0.28	0.00	0.00	3,710.60
59	5.80	3,014.98	418.32	88.18	14.80	2.40	0.27	0.00	0.00	3,538.96
60	5.90	2,864.65	405.92	86.47	14.41	2.27	0.26	0.00	0.00	3,373.98
61	6.00	2,720.15	394.15	84.76	14.05	2.16	0.25	0.00	0.00	3,215.51
62	6.10	2,581.38	382.95	83.06	13.73	2.05	0.23	0.00	0.00	3,063.39
63	6.20	2,448.21	372.29	81.36	13.43	1.95	0.22	0.00	0.00	2,917.46
64	6.30	2,320.51	362.13	79.67	13.15	1.85	0.21	0.00	0.00	2,777.53
65	6.40	2,198.15	352.43	77.99	12.90	1.77	0.20	0.00	0.00	2,643.43
66	6.50	2,080.99	343.15	76.32	12.66	1.68	0.19	0.00	0.00	2,515.00

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
67	6.60	1,968.90	334.25	74.67	12.44	1.61	0.18	0.00	0.00	2,392.05
68	6.70	1,861.72	325.71	73.05	12.23	1.54	0.17	0.00	0.00	2,274.42
69	6.80	1,759.33	317.50	71.44	12.03	1.48	0.17	0.00	0.00	2,161.93
70	6.90	1,661.57	309.58	69.86	11.84	1.42	0.16	0.00	0.00	2,054.42
71	7.00	1,568.29	301.94	68.30	11.65	1.37	0.15	0.00	0.00	1,951.71
72	7.10	1,479.37	294.56	66.78	11.47	1.32	0.14	0.00	0.00	1,853.64
73	7.20	1,394.65	287.42	65.28	11.30	1.27	0.14	0.00	0.00	1,760.04
74	7.30	1,313.99	280.49	63.81	11.13	1.23	0.13	0.00	0.00	1,670.77
75	7.40	1,237.25	273.77	62.38	10.96	1.19	0.12	0.00	0.00	1,585.66
76	7.50	1,164.30	267.23	60.98	10.79	1.16	0.12	0.00	0.00	1,504.57
77	7.60	1,094.99	260.88	59.61	10.63	1.12	0.11	0.00	0.00	1,427.34
78	7.70	1,029.19	254.69	58.28	10.46	1.09	0.11	0.00	0.00	1,353.82
79	7.80	966.77	248.66	56.98	10.30	1.07	0.10	0.00	0.00	1,283.89
80	7.90	907.60	242.79	55.72	10.14	1.04	0.10	0.00	0.00	1,217.38
81	8.00	851.54	237.06	54.50	9.98	1.02	0.09	0.00	0.00	1,154.18
82	8.10	798.47	231.47	53.31	9.82	0.99	0.09	0.00	0.00	1,094.15
83	8.20	748.27	226.01	52.16	9.66	0.97	0.08	0.00	0.00	1,037.16
84	8.30	700.82	220.69	51.04	9.50	0.96	0.08	0.00	0.00	983.08
85	8.40	655.99	215.49	49.96	9.34	0.94	0.08	0.00	0.00	931.79
86	8.50	613.67	210.41	48.91	9.18	0.92	0.07	0.00	0.00	883.17
87	8.60	573.75	205.45	47.90	9.02	0.90	0.07	0.00	0.00	837.10
88	8.70	536.12	200.61	46.92	8.86	0.89	0.07	0.00	0.00	793.47
89	8.80	500.67	195.89	45.97	8.71	0.87	0.06	0.00	0.00	752.17
90	8.90	467.30	191.27	45.06	8.55	0.86	0.06	0.00	0.00	713.10
91	9.00	435.90	186.77	44.17	8.40	0.85	0.06	0.00	0.00	676.14
92	9.10	406.38	182.37	43.32	8.25	0.84	0.06	0.00	0.00	641.21
93	9.20	378.64	178.09	42.49	8.10	0.82	0.06	0.00	0.00	608.19
94	9.30	352.60	173.90	41.69	7.95	0.81	0.05	0.00	0.00	577.01
95	9.40	328.16	169.82	40.92	7.80	0.80	0.05	0.00	0.00	547.56
96	9.50	305.25	165.84	40.18	7.65	0.79	0.05	0.00	0.00	519.76
97	9.60	283.77	161.95	39.46	7.51	0.78	0.05	0.00	0.00	493.52
98	9.70	263.66	158.16	38.77	7.36	0.77	0.05	0.00	0.00	468.77
99	9.80	244.84	154.47	38.10	7.22	0.75	0.05	0.00	0.00	445.43

No VBM		n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
100	9.90	227.23	150.87	37.45	7.08	0.74	0.05	0.00	0.00	423.42
101	10.00	210.76	147.36	36.82	6.95	0.73	0.04	0.00	0.00	402.67
102	10.10	195.38	143.93	36.22	6.81	0.72	0.04	0.00	0.00	383.11
103	10.20	181.02	140.59	35.63	6.68	0.71	0.04	0.00	0.00	364.68
104	10.30	167.62	137.34	35.06	6.55	0.70	0.04	0.00	0.00	347.31
105	10.40	155.12	134.17	34.51	6.42	0.69	0.04	0.00	0.00	330.95
106	10.50	143.47	131.07	33.98	6.29	0.68	0.04	0.00	0.00	315.54
107	10.60	132.62	128.06	33.46	6.17	0.67	0.04	0.00	0.00	301.02
108	10.70	122.52	125.12	32.96	6.05	0.66	0.04	0.00	0.00	287.34
109	10.80	113.12	122.25	32.47	5.93	0.65	0.04	0.00	0.00	274.45
110	10.90	104.38	119.45	32.00	5.82	0.64	0.04	0.00	0.00	262.32
111	11.00	96.26	116.72	31.53	5.70	0.63	0.04	0.00	0.00	250.88
112	11.10	88.71	114.06	31.09	5.59	0.62	0.04	0.00	0.00	240.10
113	11.20	81.71	111.46	30.65	5.48	0.61	0.04	0.00	0.00	229.94
114	11.30	75.21	108.93	30.22	5.38	0.60	0.03	0.00	0.00	220.37
115	11.40	69.19	106.45	29.81	5.27	0.59	0.03	0.00	0.00	211.35
116	11.50	63.61	104.04	29.40	5.17	0.58	0.03	0.00	0.00	202.83
117	11.60	58.45	101.68	29.00	5.07	0.57	0.03	0.00	0.00	194.80
118	11.70	53.67	99.38	28.62	4.97	0.56	0.03	0.00	0.00	187.23
119	11.80	49.25	97.13	28.24	4.88	0.55	0.03	0.00	0.00	180.07
120	11.90	45.16	94.93	27.87	4.79	0.54	0.03	0.00	0.00	173.32
121	12.00	41.39	92.78	27.50	4.70	0.53	0.03	0.00	0.00	166.94
122	12.10	37.90	85.18	27.15	4.61	0.52	0.03	0.00	0.00	155.40
123	12.20	34.69	83.58	26.80	4.53	0.51	0.03	0.00	0.00	150.14
124	12.30	31.73	81.99	26.46	4.44	0.50	0.03	0.00	0.00	145.16
125	12.40	29.00	80.42	26.12	4.36	0.50	0.03	0.00	0.00	140.43
126	12.50	26.49	78.86	25.79	4.28	0.49	0.03	0.00	0.00	135.94
127	12.60	24.18	77.31	25.47	4.21	0.48	0.03	0.00	0.00	131.67
128	12.70	22.05	75.78	25.15	4.13	0.47	0.03	0.00	0.00	127.61
129	12.80	20.10	74.27	24.84	4.06	0.46	0.03	0.00	0.00	123.75
130	12.90	18.31	72.77	24.53	3.99	0.45	0.03	0.00	0.00	120.08
131	13.00	16.67	71.29	24.23	3.92	0.44	0.03	0.00	0.00	116.57
132	13.10	15.16	69.82	23.93	3.86	0.44	0.03	0.00	0.00	113.23

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
133	13.20	13.78	68.37	23.64	3.79	0.43	0.03	0.00	0.00	110.03
134	13.30	12.52	66.94	23.35	3.73	0.42	0.02	0.00	0.00	106.98
135	13.40	11.36	65.53	23.06	3.67	0.41	0.02	0.00	0.00	104.06
136	13.50	10.30	64.14	22.78	3.61	0.40	0.02	0.00	0.00	101.26
137	13.60	9.34	62.76	22.51	3.55	0.40	0.02	0.00	0.00	98.58
138	13.70	8.46	61.41	22.24	3.49	0.39	0.02	0.00	0.00	96.01
139	13.80	7.66	60.07	21.97	3.44	0.38	0.02	0.00	0.00	93.54
140	13.90	6.92	58.76	21.70	3.38	0.37	0.02	0.00	0.00	91.16
141	14.00	6.26	57.46	21.44	3.33	0.37	0.02	0.00	0.00	88.88
142	14.10	5.65	56.18	21.19	3.28	0.36	0.02	0.00	0.00	86.68
143	14.20	5.10	54.92	20.94	3.23	0.35	0.02	0.00	0.00	84.56
144	14.30	4.60	53.69	20.69	3.18	0.35	0.02	0.00	0.00	82.52
145	14.40	4.14	52.47	20.44	3.14	0.34	0.02	0.00	0.00	80.55
146	14.50	3.73	51.27	20.20	3.09	0.33	0.02	0.00	0.00	78.64
147	14.60	3.35	50.09	19.96	3.05	0.33	0.02	0.00	0.00	76.80
148	14.70	3.01	48.93	19.73	3.00	0.32	0.02	0.00	0.00	75.02
149	14.80	2.71	47.79	19.50	2.96	0.31	0.02	0.00	0.00	73.29
150	14.90	2.43	46.68	19.27	2.92	0.31	0.02	0.00	0.00	71.62
151	15.00	2.18	45.58	19.04	2.88	0.30	0.02	0.00	0.00	70.00
152	15.10	1.95	44.50	18.80	2.84	0.30	0.02	0.00	0.00	68.41
153	15.20	1.75	43.44	18.58	2.80	0.29	0.02	0.00	0.00	66.88
154	15.30	1.57	42.40	18.37	2.76	0.29	0.02	0.00	0.00	65.40
155	15.40	1.40	41.38	18.16	2.73	0.28	0.02	0.00	0.00	63.96
156	15.50	1.25	40.38	17.95	2.69	0.27	0.02	0.00	0.00	62.56
157	15.60	1.12	39.40	17.75	2.66	0.27	0.02	0.00	0.00	61.20
158	15.70	1.00	38.43	17.54	2.62	0.26	0.02	0.00	0.00	59.88
159	15.80	0.89	37.49	17.35	2.59	0.26	0.01	0.00	0.00	58.59
160	15.90	0.79	36.56	17.15	2.56	0.25	0.01	0.00	0.00	57.33
161	16.00	0.70	35.66	16.95	2.53	0.25	0.01	0.00	0.00	56.11
162	16.10	0.63	34.77	16.76	2.49	0.25	0.01	0.00	0.00	54.91
163	16.20	0.56	33.90	16.57	2.46	0.24	0.01	0.00	0.00	53.75
164	16.30	0.49	33.05	16.39	2.43	0.24	0.01	0.00	0.00	52.61
165	16.40	0.44	32.21	16.20	2.40	0.23	0.01	0.00	0.00	51.51

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
166	16.50	0.39	31.40	16.02	2.38	0.23	0.01	0.00	0.00	50.42
167	16.60	0.34	30.60	15.84	2.35	0.22	0.01	0.00	0.00	49.37
168	16.70	0.30	29.82	15.67	2.32	0.22	0.01	0.00	0.00	48.34
169	16.80	0.27	29.05	15.50	2.29	0.22	0.01	0.00	0.00	47.33
170	16.90	0.24	28.30	15.32	2.26	0.21	0.01	0.00	0.00	46.35
171	17.00	0.21	27.57	15.16	2.24	0.21	0.01	0.00	0.00	45.39
172	17.10	0.19	26.85	14.99	2.21	0.20	0.01	0.00	0.00	44.46
173	17.20	0.16	26.15	14.83	2.19	0.20	0.01	0.00	0.00	43.54
174	17.30	0.14	25.47	14.66	2.16	0.20	0.01	0.00	0.00	42.64
175	17.40	0.13	24.80	14.50	2.14	0.19	0.01	0.00	0.00	41.77
176	17.50	0.11	24.14	14.35	2.11	0.19	0.01	0.00	0.00	40.92
177	17.60	0.10	23.50	14.19	2.09	0.19	0.01	0.00	0.00	40.08
178	17.70	0.09	22.88	14.04	2.07	0.18	0.01	0.00	0.00	39.26
179	17.80	0.08	22.27	13.89	2.04	0.18	0.01	0.00	0.00	38.47
180	17.90	0.07	21.67	13.74	2.02	0.18	0.01	0.00	0.00	37.69
181	18.00	0.06	21.09	13.59	2.00	0.18	0.01	0.00	0.00	36.92
182	18.10	0.05	20.52	13.45	1.97	0.17	0.01	0.00	0.00	36.18
183	18.20	0.04	19.97	13.30	1.95	0.17	0.01	0.00	0.00	35.45
184	18.30	0.04	19.43	13.16	1.93	0.17	0.01	0.00	0.00	34.74
185	18.40	0.03	18.90	13.02	1.91	0.17	0.01	0.00	0.00	34.04
186	18.50	0.03	18.38	12.89	1.89	0.16	0.01	0.00	0.00	33.36
187	18.60	0.03	17.88	12.75	1.87	0.16	0.01	0.00	0.00	32.69
188	18.70	0.02	17.38	12.62	1.85	0.16	0.01	0.00	0.00	32.04
189	18.80	0.02	16.90	12.49	1.83	0.16	0.01	0.00	0.00	31.40
190	18.90	0.02	16.44	11.46	1.81	0.15	0.01	0.00	0.00	29.88
191	19.00	0.01	15.98	11.37	1.79	0.15	0.01	0.00	0.00	29.31
192	19.10	0.01	15.53	11.29	1.77	0.15	0.01	0.00	0.00	28.76
193	19.20	0.01	15.10	11.20	1.75	0.15	0.01	0.00	0.00	28.21
194	19.30	0.01	14.68	11.11	1.73	0.14	0.01	0.00	0.00	27.68
195	19.40	0.01	14.26	11.02	1.71	0.14	0.01	0.00	0.00	27.16
196	19.50	0.01	13.86	10.94	1.69	0.14	0.01	0.00	0.00	26.64
197	19.60	0.01	13.47	10.85	1.68	0.14	0.01	0.00	0.00	26.14
198	19.70	0.01	13.08	10.76	1.66	0.14	0.01	0.00	0.00	25.65

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
199	19.80	0.00	12.71	10.67	1.64	0.13	0.00	0.00	0.00	25.17
200	19.90	0.00	12.35	10.59	1.62	0.13	0.00	0.00	0.00	24.70
201	20.00	0.00	11.99	10.50	1.61	0.13	0.00	0.00	0.00	24.24
202	20.10	0.00	11.65	10.41	1.58	0.13	0.00	0.00	0.00	23.78
203	20.20	0.00	11.31	10.33	1.57	0.13	0.00	0.00	0.00	23.34
204	20.30	0.00	10.98	10.24	1.55	0.12	0.00	0.00	0.00	22.90
205	20.40	0.00	10.66	10.15	1.53	0.12	0.00	0.00	0.00	22.48
206	20.50	0.00	10.35	10.07	1.52	0.12	0.00	0.00	0.00	22.07
207	20.60	0.00	10.05	9.98	1.50	0.12	0.00	0.00	0.00	21.66
208	20.70	0.00	9.75	9.89	1.49	0.12	0.00	0.00	0.00	21.26
209	20.80	0.00	9.47	9.81	1.47	0.12	0.00	0.00	0.00	20.87
210	20.90	0.00	9.19	9.72	1.46	0.12	0.00	0.00	0.00	20.49
211	21.00	0.00	8.91	9.64	1.44	0.11	0.00	0.00	0.00	20.11
212	21.10	0.00	8.65	9.55	1.43	0.11	0.00	0.00	0.00	19.75
213	21.20	0.00	8.39	9.47	1.41	0.11	0.00	0.00	0.00	19.39
214	21.30	0.00	8.14	9.38	1.40	0.11	0.00	0.00	0.00	19.04
215	21.40	0.00	7.90	9.30	1.38	0.11	0.00	0.00	0.00	18.69
216	21.50	0.00	7.66	9.22	1.37	0.11	0.00	0.00	0.00	18.35
217	21.60	0.00	7.43	9.13	1.36	0.11	0.00	0.00	0.00	18.02
218	21.70	0.00	7.20	9.05	1.34	0.10	0.00	0.00	0.00	17.70
219	21.80	0.00	6.98	8.97	1.33	0.10	0.00	0.00	0.00	17.38
220	21.90	0.00	6.77	8.89	1.31	0.10	0.00	0.00	0.00	17.07
221	22.00	0.00	6.56	8.80	1.30	0.10	0.00	0.00	0.00	16.77
222	22.10	0.00	6.36	8.72	1.29	0.10	0.00	0.00	0.00	16.47
223	22.20	0.00	6.16	8.64	1.28	0.10	0.00	0.00	0.00	16.18
224	22.30	0.00	5.97	8.56	1.26	0.10	0.00	0.00	0.00	15.89
225	22.40	0.00	5.78	8.48	1.25	0.10	0.00	0.00	0.00	15.61
226	22.50	0.00	5.60	8.40	1.24	0.09	0.00	0.00	0.00	15.34
227	22.60	0.00	5.43	8.32	1.22	0.09	0.00	0.00	0.00	15.07
228	22.70	0.00	5.26	8.24	1.21	0.09	0.00	0.00	0.00	14.81
229	22.80	0.00	5.09	8.16	1.20	0.09	0.00	0.00	0.00	14.55
230	22.90	0.00	4.93	8.08	1.19	0.09	0.00	0.00	0.00	14.30
231	23.00	0.00	4.77	8.01	1.18	0.09	0.00	0.00	0.00	14.05

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
232	23.10	0.00	4.62	7.93	1.16	0.09	0.00	0.00	0.00	13.81
233	23.20	0.00	4.47	7.85	1.15	0.09	0.00	0.00	0.00	13.57
234	23.30	0.00	4.33	7.78	1.14	0.09	0.00	0.00	0.00	13.34
235	23.40	0.00	4.19	7.70	1.13	0.09	0.00	0.00	0.00	13.11
236	23.50	0.00	4.06	7.62	1.12	0.08	0.00	0.00	0.00	12.88
237	23.60	0.00	3.92	7.55	1.11	0.08	0.00	0.00	0.00	12.67
238	23.70	0.00	3.80	7.47	1.10	0.08	0.00	0.00	0.00	12.45
239	23.80	0.00	3.67	7.40	1.09	0.08	0.00	0.00	0.00	12.24
240	23.90	0.00	3.55	7.33	0.87	0.08	0.00	0.00	0.00	11.83
241	24.00	0.00	3.43	7.25	0.87	0.08	0.00	0.00	0.00	11.64
242	24.10	0.00	3.32	7.18	0.87	0.08	0.00	0.00	0.00	11.45
243	24.20	0.00	3.21	7.11	0.86	0.08	0.00	0.00	0.00	11.26
244	24.30	0.00	3.10	7.04	0.86	0.08	0.00	0.00	0.00	11.07
245	24.40	0.00	3.00	6.97	0.85	0.08	0.00	0.00	0.00	10.89
246	24.50	0.00	2.90	6.89	0.85	0.07	0.00	0.00	0.00	10.72
247	24.60	0.00	2.80	6.82	0.84	0.07	0.00	0.00	0.00	10.54
248	24.70	0.00	2.71	6.75	0.84	0.07	0.00	0.00	0.00	10.37
249	24.80	0.00	2.61	6.69	0.83	0.07	0.00	0.00	0.00	10.21
250	24.90	0.00	2.53	6.62	0.83	0.07	0.00	0.00	0.00	10.04
251	25.00	0.00	2.44	6.55	0.82	0.07	0.00	0.00	0.00	9.88
252	25.10	0.00	2.36	6.48	0.82	0.07	0.00	0.00	0.00	9.73
253	25.20	0.00	2.27	6.41	0.81	0.07	0.00	0.00	0.00	9.57
254	25.30	0.00	2.20	6.35	0.81	0.07	0.00	0.00	0.00	9.42
255	25.40	0.00	2.12	6.28	0.81	0.07	0.00	0.00	0.00	9.27
256	25.50	0.00	2.05	6.22	0.80	0.07	0.00	0.00	0.00	9.13
257	25.60	0.00	1.97	6.15	0.80	0.07	0.00	0.00	0.00	8.99
258	25.70	0.00	1.90	6.09	0.79	0.06	0.00	0.00	0.00	8.85
259	25.80	0.00	1.84	6.02	0.79	0.06	0.00	0.00	0.00	8.71
260	25.90	0.00	1.77	5.96	0.78	0.06	0.00	0.00	0.00	8.58
261	26.00	0.00	1.71	5.89	0.78	0.06	0.00	0.00	0.00	8.44
262	26.10	0.00	1.65	5.83	0.77	0.06	0.00	0.00	0.00	8.32
263	26.20	0.00	1.59	5.77	0.77	0.06	0.00	0.00	0.00	8.19
264	26.30	0.00	1.53	5.71	0.76	0.06	0.00	0.00	0.00	8.06

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
265	26.40	0.00	1.48	5.65	0.76	0.06	0.00	0.00	0.00	7.94
266	26.50	0.00	1.42	5.59	0.75	0.06	0.00	0.00	0.00	7.82
267	26.60	0.00	1.37	5.53	0.75	0.06	0.00	0.00	0.00	7.71
268	26.70	0.00	1.32	5.47	0.74	0.06	0.00	0.00	0.00	7.59
269	26.80	0.00	1.27	5.41	0.74	0.06	0.00	0.00	0.00	7.48
270	26.90	0.00	1.23	5.35	0.73	0.06	0.00	0.00	0.00	7.37
271	27.00	0.00	1.18	5.29	0.73	0.06	0.00	0.00	0.00	7.26
272	27.10	0.00	1.14	5.23	0.73	0.06	0.00	0.00	0.00	7.15
273	27.20	0.00	1.10	5.18	0.72	0.06	0.00	0.00	0.00	7.05
274	27.30	0.00	1.05	5.12	0.72	0.05	0.00	0.00	0.00	6.95
275	27.40	0.00	1.01	5.06	0.71	0.05	0.00	0.00	0.00	6.85
276	27.50	0.00	0.98	5.01	0.71	0.05	0.00	0.00	0.00	6.75
277	27.60	0.00	0.94	4.95	0.70	0.05	0.00	0.00	0.00	6.65
278	27.70	0.00	0.90	4.90	0.70	0.05	0.00	0.00	0.00	6.55
279	27.80	0.00	0.87	4.85	0.69	0.05	0.00	0.00	0.00	6.46
280	27.90	0.00	-	4.79	0.69	0.05	0.00	0.00	0.00	5.53
281	28.00	0.00	-	4.74	0.68	0.05	0.00	0.00	0.00	5.47
282	28.10	0.00	-	4.69	0.68	0.05	0.00	0.00	0.00	5.42
283	28.20	0.00	-	4.63	0.67	0.05	0.00	0.00	0.00	5.36
284	28.30	0.00	-	4.58	0.67	0.05	0.00	0.00	0.00	5.30
285	28.40	0.00	-	4.53	0.67	0.05	0.00	0.00	0.00	5.25
286	28.50	0.00	-	4.48	0.66	0.05	0.00	0.00	0.00	5.19
287	28.60	0.00	-	4.43	0.66	0.05	0.00	0.00	0.00	5.13
288	28.70	0.00	-	4.38	0.65	0.05	0.00	0.00	0.00	5.08
289	28.80	0.00	-	4.33	0.65	0.05	0.00	0.00	0.00	5.02
290	28.90	0.00	-	4.28	0.64	0.05	0.00	0.00	0.00	4.97
291	29.00	0.00	-	4.23	0.64	0.05	0.00	0.00	0.00	4.92
292	29.10	-	-	4.19	0.63	0.05	0.00	0.00	0.00	4.86
293	29.20	-	-	4.14	0.63	0.04	0.00	0.00	0.00	4.81
294	29.30	-	-	4.09	0.62	0.04	0.00	0.00	0.00	4.76
295	29.40	-	-	4.04	0.62	0.04	0.00	0.00	0.00	4.71
296	29.50	-	-	4.00	0.62	0.04	0.00	0.00	0.00	4.66
297	29.60	-	-	3.95	0.61	0.04	0.00	0.00	0.00	4.61

No VBM		n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
298	29.70	-	-	3.91	0.61	0.04	0.00	0.00	0.00	4.56
299	29.80	-	-	3.86	0.60	0.04	0.00	0.00	0.00	4.51
300	29.90	-	-	3.82	0.60	0.04	0.00	0.00	0.00	4.46
301	30.00	-	-	3.77	0.59	0.04	0.00	0.00	0.00	4.41
302	30.10	-	-	3.73	0.59	0.04	-	0.00	0.00	4.36
303	30.20	-	-	3.69	0.59	0.04	-	0.00	0.00	4.31
304	30.30	-	-	3.65	0.58	0.04	-	0.00	0.00	4.27
305	30.40	-	-	3.60	0.58	0.04	-	0.00	0.00	4.22
306	30.50	-	-	3.56	0.57	0.04	-	0.00	0.00	4.17
307	30.60	-	-	3.52	0.57	0.04	-	0.00	0.00	4.13
308	30.70	-	-	3.48	0.56	0.04	-	0.00	0.00	4.08
309	30.80	-	-	3.44	0.56	0.04	-	0.00	0.00	4.04
310	30.90	-	-	3.40	0.56	0.04	-	0.00	0.00	3.99
311	31.00	-	-	3.36	0.55	0.04	-	0.00	0.00	3.95
312	31.10	-	-	3.32	0.55	0.04	-	0.00	0.00	3.90
313	31.20	-	-	3.28	0.54	0.04	-	0.00	0.00	3.86
314	31.30	-	-	3.24	0.54	0.04	-	0.00	0.00	3.82
315	31.40	-	-	3.20	0.54	0.04	-	0.00	-	3.77
316	31.50	-	-	3.17	0.53	0.04	-	0.00	-	3.73
317	31.60	-	-	3.13	0.53	0.03	-	0.00	-	3.69
318	31.70	-	-	3.09	0.52	0.03	-	0.00	-	3.65
319	31.80	-	-	3.05	0.52	0.03	-	0.00	-	3.61
320	31.90	-	-	3.02	0.52	0.03	-	0.00	-	3.57
321	32.00	-	-	2.98	0.51	0.03	-	0.00	-	3.53
322	32.10	-	-	2.95	0.51	0.03	-	0.00	-	3.49
323	32.20	-	-	2.91	0.50	0.03	-	0.00	-	3.45
324	32.30	-	-	2.88	0.50	0.03	-	0.00	-	3.41
325	32.40	-	-	2.84	0.50	0.03	-	0.00	-	3.37
326	32.50	-	-	2.81	0.49	0.03	-	0.00	-	3.33
327	32.60	-	-	2.77	0.49	0.03	-	0.00	-	3.29
328	32.70	-	-	2.74	0.48	0.03	-	0.00	-	3.26
329	32.80	-	-	2.71	0.48	0.03	-	0.00	-	3.22
330	32.90	-	-	2.68	0.48	0.03	-	0.00	-	3.18

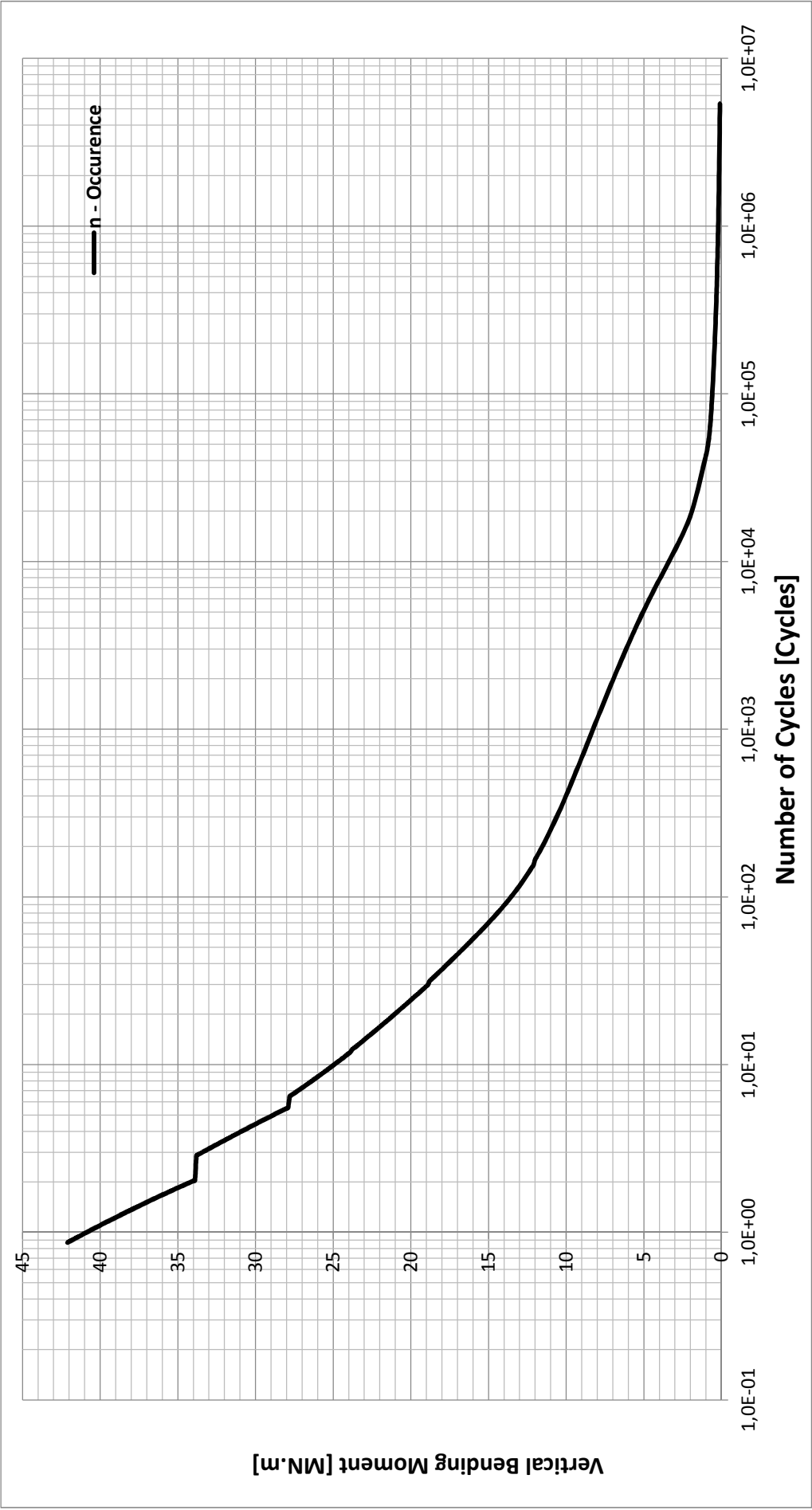
No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
331	33.00	-	-	2.64	0.47	0.03	-	0.00	-	3.15
332	33.10	-	-	2.61	0.47	0.03	-	0.00	-	3.11
333	33.20	-	-	2.58	0.46	0.03	-	0.00	-	3.07
334	33.30	-	-	2.55	0.46	0.03	-	0.00	-	3.04
335	33.40	-	-	2.52	0.46	0.03	-	0.00	-	3.00
336	33.50	-	-	2.49	0.45	0.03	-	0.00	-	2.97
337	33.60	-	-	2.46	0.45	0.03	-	0.00	-	2.93
338	33.70	-	-	2.43	0.45	0.03	-	0.00	-	2.90
339	33.80	-	-	2.40	0.44	0.03	-	0.00	-	2.87
340	33.90	-	-	1.57	0.44	0.03	-	0.00	-	2.04
341	34.00	-	-	1.56	0.44	0.03	-	0.00	-	2.02
342	34.10	-	-	1.54	0.43	0.03	-	0.00	-	2.00
343	34.20	-	-	1.53	0.43	0.03	-	0.00	-	1.98
344	34.30	-	-	1.51	0.43	0.03	-	0.00	-	1.97
345	34.40	-	-	1.50	0.42	0.03	-	0.00	-	1.95
346	34.50	-	-	1.48	0.42	0.03	-	0.00	-	1.93
347	34.60	-	-	1.47	0.42	0.03	-	0.00	-	1.91
348	34.70	-	-	1.46	0.41	0.03	-	0.00	-	1.89
349	34.80	-	-	1.44	0.41	0.03	-	0.00	-	1.87
350	34.90	-	-	1.43	0.40	0.03	-	0.00	-	1.86
351	35.00	-	-	1.41	0.40	0.02	-	0.00	-	1.84
352	35.10	-	-	1.40	0.40	0.02	-	0.00	-	1.82
353	35.20	-	-	1.38	0.39	0.02	-	0.00	-	1.80
354	35.30	-	-	1.37	0.39	0.02	-	0.00	-	1.79
355	35.40	-	-	1.36	0.39	0.02	-	0.00	-	1.77
356	35.50	-	-	1.34	0.39	0.02	-	0.00	-	1.75
357	35.60	-	-	1.33	0.38	0.02	-	0.00	-	1.73
358	35.70	-	-	1.32	0.38	0.02	-	0.00	-	1.72
359	35.80	-	-	1.30	0.38	0.02	-	0.00	-	1.70
360	35.90	-	-	1.29	0.37	0.02	-	0.00	-	1.68
361	36.00	-	-	1.28	0.37	0.02	-	0.00	-	1.67
362	36.10	-	-	1.26	0.37	0.02	-	0.00	-	1.65
363	36.20	-	-	1.25	0.36	0.02	-	0.00	-	1.64

No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
364	36.30	-	-	1.24	0.36	0.02	-	0.00	-	1.62
365	36.40	-	-	1.22	0.36	0.02	-	0.00	-	1.60
366	36.50	-	-	1.21	0.35	0.02	-	0.00	-	1.59
367	36.60	-	-	1.20	0.35	0.02	-	0.00	-	1.57
368	36.70	-	-	1.19	0.35	0.02	-	0.00	-	1.56
369	36.80	-	-	1.17	0.34	0.02	-	0.00	-	1.54
370	36.90	-	-	1.16	0.34	0.02	-	0.00	-	1.52
371	37.00	-	-	1.15	0.34	0.02	-	0.00	-	1.51
372	37.10	-	-	1.14	0.34	0.02	-	0.00	-	1.49
373	37.20	-	-	1.12	0.33	0.02	-	0.00	-	1.48
374	37.30	-	-	1.11	0.33	0.02	-	0.00	-	1.46
375	37.40	-	-	1.10	0.33	0.02	-	0.00	-	1.45
376	37.50	-	-	1.09	0.32	0.02	-	0.00	-	1.43
377	37.60	-	-	1.08	0.32	0.02	-	0.00	-	1.42
378	37.70	-	-	1.07	0.32	0.02	-	0.00	-	1.40
379	37.80	-	-	1.05	0.32	0.02	-	0.00	-	1.39
380	37.90	-	-	1.04	0.31	0.02	-	0.00	-	1.38
381	38.00	-	-	1.03	0.31	0.02	-	0.00	-	1.36
382	38.10	-	-	1.02	0.31	0.02	-	0.00	-	1.35
383	38.20	-	-	1.01	0.31	0.02	-	0.00	-	1.33
384	38.30	-	-	1.00	0.30	0.02	-	0.00	-	1.32
385	38.40	-	-	0.99	0.30	0.02	-	0.00	-	1.30
386	38.50	-	-	0.98	0.30	0.02	-	0.00	-	1.29
387	38.60	-	-	0.96	0.30	0.02	-	0.00	-	1.28
388	38.70	-	-	0.95	0.29	0.02	-	0.00	-	1.26
389	38.80	-	-	0.94	0.29	0.02	-	0.00	-	1.25
390	38.90	-	-	0.93	0.29	0.02	-	0.00	-	1.24
391	39.00	-	-	0.92	0.29	0.02	-	0.00	-	1.22
392	39.10	-	-	0.91	0.28	0.02	-	0.00	-	1.21
393	39.20	-	-	0.90	0.28	0.02	-	0.00	-	1.20
394	39.30	-	-	0.89	0.28	0.02	-	0.00	-	1.19
395	39.40	-	-	0.88	0.28	0.02	-	0.00	-	1.17
396	39.50	-	-	0.87	0.27	0.02	-	0.00	-	1.16

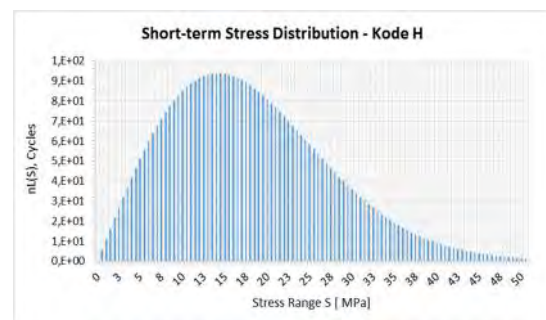
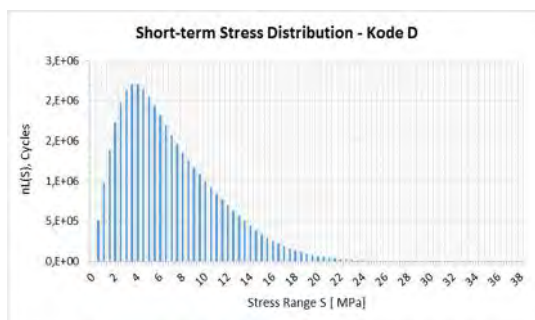
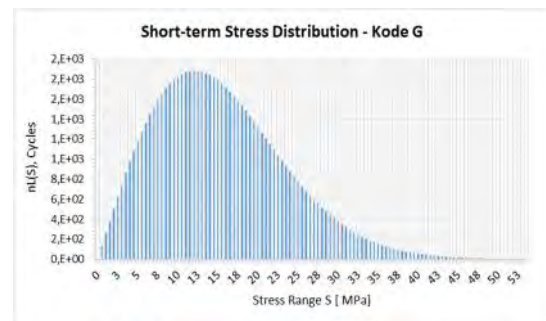
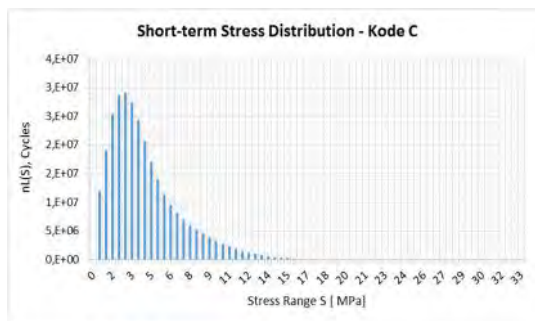
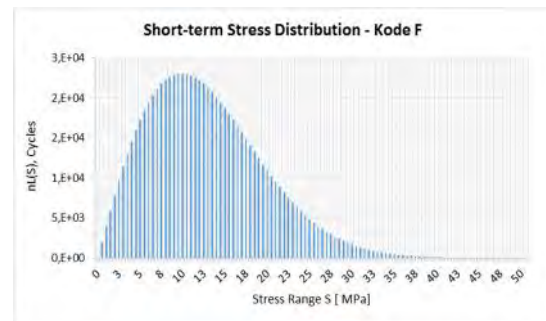
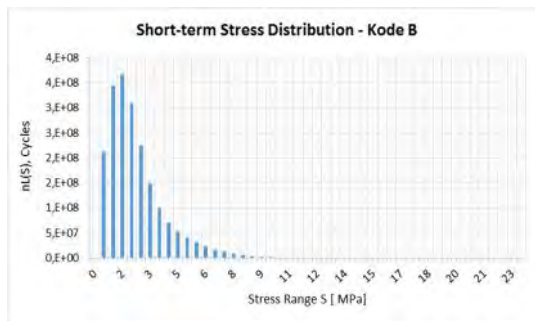
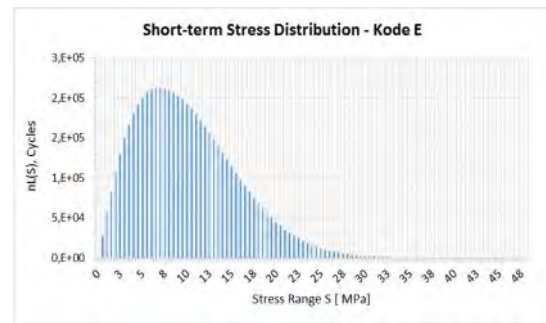
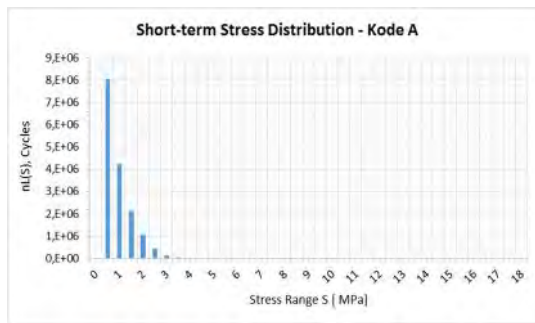
No	VBM	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
397	39.60	-	-	0.86	0.27	0.02	-	0.00	-	1.15
398	39.70	-	-	0.85	0.27	0.02	-	0.00	-	1.14
399	39.80	-	-	0.84	0.27	0.02	-	0.00	-	1.12
400	39.90	-	-	0.83	0.26	0.02	-	0.00	-	1.11
401	40.00	-	-	0.82	0.26	0.02	-	0.00	-	1.10
402	40.10	-	-	0.81	0.26	0.02	-	-	-	1.09
403	40.20	-	-	0.80	0.26	0.02	-	-	-	1.07
404	40.30	-	-	0.79	0.25	0.02	-	-	-	1.06
405	40.40	-	-	0.78	0.25	0.02	-	-	-	1.05
406	40.50	-	-	0.78	0.25	0.02	-	-	-	1.04
407	40.60	-	-	0.77	0.25	0.02	-	-	-	1.03
408	40.70	-	-	0.76	0.25	0.02	-	-	-	1.02
409	40.80	-	-	0.75	0.24	0.01	-	-	-	1.01
410	40.90	-	-	0.74	0.24	0.01	-	-	-	0.99
411	41.00	-	-	0.73	0.24	0.01	-	-	-	0.98
412	41.10	-	-	0.72	0.24	0.01	-	-	-	0.97
413	41.20	-	-	0.71	0.23	0.01	-	-	-	0.96
414	41.30	-	-	0.70	0.23	0.01	-	-	-	0.95
415	41.40	-	-	0.70	0.23	0.01	-	-	-	0.94
416	41.50	-	-	0.69	0.23	0.01	-	-	-	0.93
417	41.60	-	-	0.68	0.23	0.01	-	-	-	0.92
418	41.70	-	-	0.67	0.22	0.01	-	-	-	0.91
419	41.80	-	-	0.66	0.22	0.01	-	-	-	0.90
420	41.90	-	-	0.66	0.22	0.01	-	-	-	0.89
421	42.00	-	-	0.65	0.22	0.01	-	-	-	0.88
422	42.10	-	-	0.64	0.22	0.01	-	-	-	0.87
423	42.20	-	-	0.63	0.21	0.01	-	-	-	0.86
424	42.30	-	-	0.62	0.21	0.01	-	-	-	0.85
425	42.40	-	-	0.62	0.21	0.01	-	-	-	0.84
426	42.50	-	-	0.61	0.21	0.01	-	-	-	0.83
427	42.60	-	-	0.60	0.21	0.01	-	-	-	0.82
428	42.70	-	-	0.59	0.20	0.01	-	-	-	0.81
429	42.80	-	-	0.59	0.20	0.01	-	-	-	0.80

BM _e	
	30.05

Interpolasi Linier			
nL		Se	
1.006		30.00	
1		γ	
9.9.E-01		30.10	
		<u>30.05284135</u>	



KURVA DISTRIBUSI RAYLEIGH



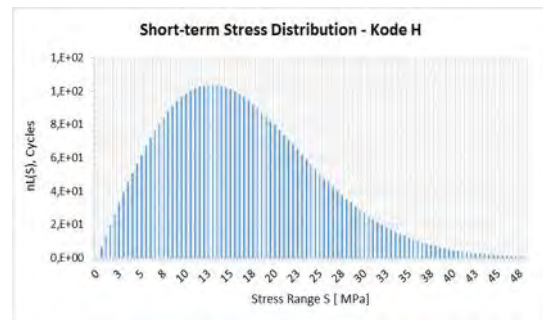
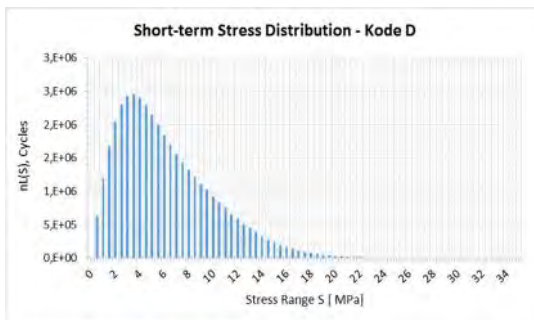
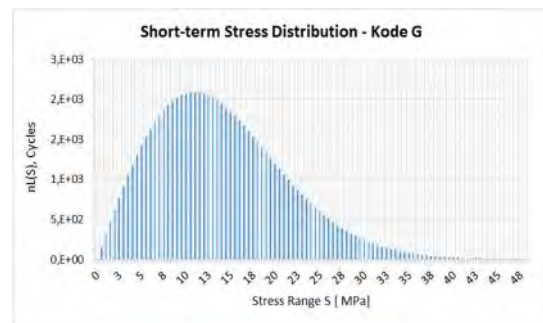
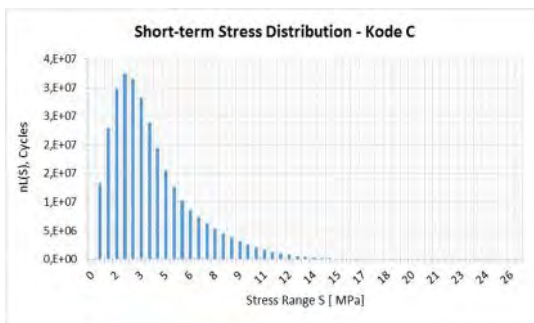
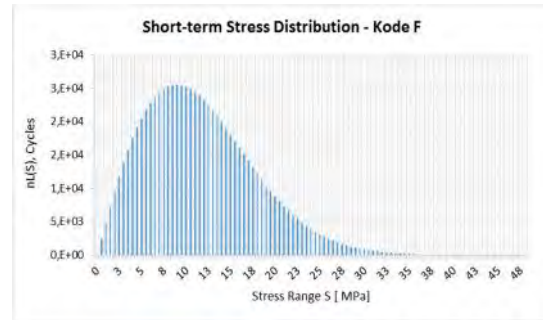
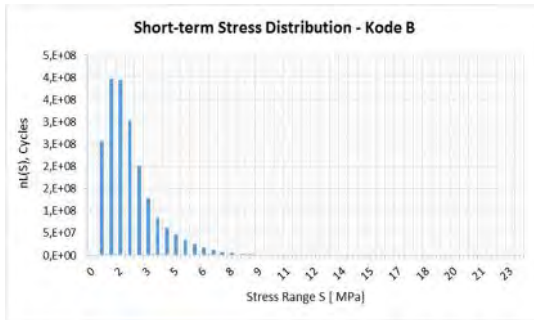
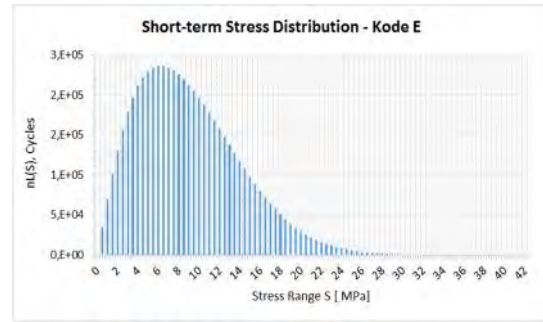
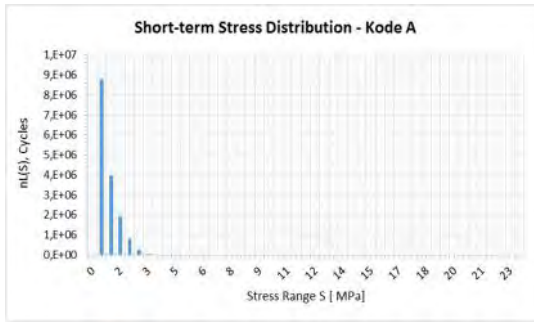
No	S (Mpa)	n L (cycles)									
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total	
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	0.50	8,064,614.56	212,291,704.48	11,901,431.93	514,337.86	28,573.68	2,011.39	128.56	5.45	232,802,807.91	
3	1.00	4,254,067.74	344,491,198.89	19,099,048.20	977,365.42	56,465.72	4,003.56	256.45	10.88	368,882,416.85	
4	1.50	2,118,448.86	367,721,874.01	25,423,669.11	1,392,670.32	83,037.43	5,957.77	383.02	16.27	396,746,056.81	
5	2.00	1,079,480.81	310,237,787.21	28,754,144.82	1,730,065.88	107,731.43	7,856.27	507.63	21.60	341,917,595.65	
6	2.50	430,558.18	224,447,051.70	29,231,661.89	1,978,416.05	130,101.46	9,682.63	629.63	26.85	256,228,128.39	
7	3.00	137,090.04	149,789,016.12	27,478,881.30	2,135,909.76	149,831.00	11,422.17	748.44	32.00	179,702,930.82	
8	3.50	36,257.60	99,794,967.92	24,350,496.71	2,209,015.02	166,739.44	13,062.12	863.46	37.03	126,571,439.29	
9	4.00	8,189.34	70,432,513.69	20,681,340.66	2,210,378.95	180,776.24	14,591.82	974.15	41.92	93,528,806.76	
10	4.50	1,610.32	52,977,085.15	17,110,697.41	2,156,174.49	192,005.04	16,002.77	1,080.00	46.66	72,454,701.84	
11	5.00	280.25	41,046,747.96	14,013,497.52	2,063,442.09	200,580.48	17,288.59	1,180.54	51.24	57,343,068.66	
12	5.50	43.81	31,644,030.85	11,523,243.69	1,947,877.78	206,721.24	18,444.90	1,275.35	55.63	45,341,693.25	
13	6.00	6.21	23,820,082.91	9,606,318.03	1,822,342.55	210,682.78	19,469.20	1,364.05	59.82	35,480,325.54	
14	6.50	0.80	17,391,616.86	8,145,962.92	1,696,169.08	212,732.49	20,360.61	1,446.31	63.80	27,468,352.86	
15	7.00	0.09	12,305,116.23	7,008,305.24	1,575,173.03	213,129.69	21,119.72	1,521.84	67.56	21,124,433.40	
16	7.50	0.01	8,446,671.61	6,080,554.05	1,462,169.00	212,111.32	21,748.33	1,590.44	71.09	16,224,915.84	
17	8.00	0.00	5,635,131.92	5,284,592.29	1,357,754.46	209,883.83	22,249.25	1,651.92	74.37	12,511,338.05	
18	8.50	0.00	3,660,622.32	4,574,918.22	1,261,147.49	206,620.50	22,626.14	1,706.17	77.41	9,727,718.24	
19	9.00	0.00	2,319,732.96	3,929,810.32	1,170,923.05	202,463.16	22,883.33	1,753.12	80.20	7,647,646.14	
20	9.50	0.00	1,436,531.20	3,341,726.02	1,085,563.40	197,526.92	23,025.73	1,792.75	82.72	6,086,248.75	
21	10.00	0.00	870,750.45	2,809,793.11	1,003,801.24	191,906.46	23,058.71	1,825.11	84.99	4,901,220.07	
22	10.50	0.00	517,385.59	2,335,038.56	924,779.07	185,682.66	22,988.03	1,850.28	86.99	3,987,811.18	
23	11.00	0.00	301,746.29	1,917,901.86	848,071.34	178,928.60	22,819.81	1,868.38	88.72	3,271,425.01	
24	11.50	0.00	172,928.03	1,557,276.91	773,621.31	171,714.32	22,560.44	1,879.60	90.20	2,700,070.81	
25	12.00	0.00	97,477.72	1,250,417.58	701,638.04	164,110.06	22,216.62	1,884.13	91.41	2,237,835.55	
26	12.50	0.00	54,091.72	993,248.68	632,486.50	156,188.03	21,795.24	1,882.24	92.36	1,859,784.77	
27	13.00	0.00	29,572.05	780,812.02	566,591.06	148,022.77	21,303.42	1,874.21	93.06	1,548,268.58	
28	13.50	0.00	15,940.18	607,706.54	504,361.41	139,690.55	20,748.39	1,860.34	93.51	1,290,400.92	
29	14.00	0.00	8,478.55	468,459.40	446,142.79	131,268.05	20,137.50	1,840.98	93.72	1,076,420.99	
30	14.50	0.00	4,454.08	357,807.05	392,187.85	122,830.70	19,478.12	1,816.48	93.70	898,667.97	
31	15.00	0.00	2,313.35	270,887.06	342,645.49	114,450.89	18,777.59	1,787.21	93.45	750,955.04	
32	15.50	0.00	1,189.18	203,351.69	297,561.91	106,196.37	18,043.18	1,753.56	92.98	628,188.88	

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
33	16.00	0.00	605.73	151,418.23	256,889.63	98,128.87	17,281.97	1,715.93	92.31	526,132.67
34	16.50	0.00	306.08	111,872.19	220,500.91	90,303.03	16,500.81	1,674.72	91.45	441,249.176
35	17.00	0.00	153.59	82,037.70	188,203.24	82,765.74	15,706.27	1,630.33	90.40	370,587.265
36	17.50	0.00	76.60	59,727.78	159,755.13	75,555.80	14,904.57	1,583.17	89.17	311,692.221
37	18.00	0.00	38.00	43,184.21	134,881.03	68,703.86	14,101.54	1,533.62	87.79	262,530.045
38	18.50	0.00	18.75	31,014.40	113,284.78	62,232.68	13,302.56	1,482.07	86.26	221,421.493
39	19.00	0.00	9.20	22,130.23	94,661.16	56,157.50	12,512.56	1,428.91	84.59	186,984.15
40	19.50	0.00	4.49	15,691.99	78,705.51	50,486.71	11,735.97	1,374.50	82.79	158,081.95
41	20.00	0.00	2.18	11,059.04	65,121.35	45,222.43	10,976.73	1,319.17	80.89	133,781.78
42	20.50	-	1.05	7,747.75	53,626.16	40,361.34	10,238.27	1,263.27	78.88	113,316.73
43	21.00	-	0.50	5,396.59	43,955.53	35,895.39	9,523.54	1,207.10	76.79	96,055.44
44	21.50	-	0.24	3,737.78	35,865.76	31,812.63	8,834.97	1,150.96	74.62	81,476.96
45	22.00	-	0.11	2,574.67	29,135.37	28,097.88	8,174.56	1,095.11	72.39	69,150.10
46	22.50	-	0.05	1,764.03	23,565.53	24,733.51	7,543.84	1,039.80	70.11	58,716.88
47	23.00	-	0.02	1,202.37	18,979.71	21,700.03	6,943.94	985.27	67.78	49,879.12
48	23.50	-	0.01	815.44	15,222.81	18,976.72	6,375.57	931.71	65.43	42,387.68
49	24.00	-	0.00	550.35	12,159.85	16,542.11	5,839.13	879.30	63.05	36,033.80
50	24.50	-	0.00	369.71	9,674.36	14,374.48	5,334.68	828.21	60.67	30,642.11
51	25.00	-	0.00	247.27	7,666.67	12,452.21	4,861.97	778.57	58.28	26,064.97
52	25.50	-	0.00	164.68	6,052.14	10,754.12	4,420.54	730.51	55.90	22,177.89
53	26.00	-	0.00	109.24	4,759.44	9,259.72	4,009.69	684.11	53.53	18,875.72
54	26.50	-	0.00	72.19	3,728.80	7,949.41	3,628.53	639.46	51.19	16,069.58
55	27.00	-	0.00	47.55	2,910.52	6,804.63	3,276.05	596.62	48.87	13,684.23
56	27.50	-	0.00	31.21	2,263.50	5,807.98	2,951.08	555.63	46.59	11,655.98
57	28.00	-	0.00	20.43	1,753.94	4,943.26	2,652.37	516.52	44.35	9,930.87
58	28.50	-	0.00	13.33	1,354.24	4,195.52	2,378.61	479.31	42.16	8,463.17
59	29.00	-	0.00	8.68	1,041.92	3,551.07	2,128.42	443.99	40.02	7,214.09
60	29.50	-	0.00	5.64	798.81	2,997.41	1,900.43	410.55	37.93	6,150.78
61	30.00	-	0.00	3.65	610.31	2,523.26	1,693.22	378.98	35.90	5,245.33
62	30.50	-	0.00	2.36	464.68	2,118.46	1,505.41	349.23	33.93	4,474.09
63	31.00	-	0.00	1.53	352.60	1,773.91	1,335.64	321.28	32.03	3,816.98
64	31.50	-	0.00	0.98	266.66	1,481.52	1,182.55	295.06	30.19	3,256.96

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
65	32.00	-	0.00	0.63	200.99	1,234.13	1,044.87	270.53	28.41	2,779.57
66	32.50	-	0.00	0.41	151.00	1,025.41	921.35	247.64	26.71	2,372.51
67	33.00	-	0.00	0.26	113.08	849.83	810.80	226.31	25.07	2,025.34
68	33.50	-	0.00	0.17	84.41	702.53	712.10	206.49	23.50	1,729.19
69	34.00	-	0.00	0.11	62.81	579.31	624.18	188.10	22.00	1,476.50
70	34.50	-	0.00	0.07	46.60	476.51	546.05	171.07	20.57	1,260.87
71	35.00	-	0.00	0.04	34.46	390.98	476.78	155.35	19.21	1,076.82
72	35.50	-	0.00	0.03	25.42	320.01	415.50	140.84	17.92	919.71
73	36.00	-	0.00	0.02	18.69	261.28	361.41	127.50	16.69	785.58
74	36.50	-	0.00	0.01	13.71	212.80	313.77	115.24	15.52	671.05
75	37.00	-	0.00	0.01	10.03	172.90	271.90	104.01	14.42	573.26
76	37.50	-	0.00	0.00	7.32	140.14	235.18	93.72	13.38	489.74
77	38.00	-	0.00	0.00	5.32	113.31	203.04	84.33	12.40	418.41
78	38.50	-	0.00	0.00	3.87	91.40	174.98	75.77	11.47	357.48
79	39.00	-	0.00	0.00	2.80	73.54	150.52	67.97	10.61	305.44
80	39.50	-	0.00	0.00	2.03	59.03	129.24	60.89	9.79	260.98
81	40.00	-	0.00	0.00	1.46	47.27	110.77	54.47	9.03	223.01
82	40.50	-	0.00	0.00	1.05	37.77	94.77	48.65	8.32	190.56
83	41.00	-	0.00	0.00	0.76	30.10	80.94	43.40	7.65	162.84
84	41.50	-	0.00	0.00	0.54	23.93	69.01	38.65	7.03	139.16
85	42.00	-	0.00	0.00	0.39	18.98	58.73	34.38	6.45	118.92
86	42.50	-	0.00	0.00	0.28	15.02	49.89	30.53	5.91	101.63
87	43.00	-	0.00	0.00	0.20	11.86	42.31	27.08	5.41	86.86
88	43.50	-	0.00	0.00	0.14	9.34	35.81	23.99	4.95	74.23
89	44.00	-	0.00	0.00	0.10	7.34	30.27	21.22	4.52	63.44
90	44.50	-	0.00	0.00	0.07	5.75	25.53	18.74	4.12	54.22
91	45.00	-	0.00	0.00	0.05	4.50	21.50	16.53	3.75	46.34
92	45.50	-	0.00	0.00	0.04	3.51	18.08	14.56	3.42	39.60
93	46.00	-	0.00	0.00	0.03	2.73	15.17	12.81	3.11	33.84
94	46.50	-	0.00	0.00	0.02	2.12	12.71	11.25	2.82	28.92
95	47.00	-	0.00	0.00	0.01	1.65	10.63	9.87	2.56	24.71
96	47.50	-	0.00	0.00	0.01	1.27	8.87	8.65	2.32	21.12
97	48.00	-	0.00	0.00	0.01	0.98	7.39	7.57	2.10	18.05

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
98	48.50	-	0.00	0.00	0.00	0.76	6.15	6.61	1.89	15.42
99	49.00	-	0.00	0.00	0.00	0.58	5.11	5.77	1.71	13.17
100	49.50	-	0.00	0.00	0.00	0.45	4.24	5.03	1.54	11.25
101	50.00	-	0.00	0.00	0.00	0.34	3.51	4.37	1.39	9.61
102	50.50	-	0.00	0.00	0.00	0.26	2.90	3.80	1.25	8.21
103	51.00	-	0.00	0.00	0.00	0.20	2.39	3.30	1.12	7.01
104	51.50	-	0.00	0.00	0.00	0.15	1.97	2.86	1.01	5.99
105	52.00	-	0.00	0.00	0.00	0.11	1.62	2.48	0.90	5.11
106	52.50	-	0.00	0.00	0.00	0.09	1.33	2.14	0.81	4.37
107	53.00	-	0.00	0.00	0.00	0.07	1.09	1.85	0.72	3.73
108	53.50	-	0.00	0.00	0.00	0.05	0.89	1.59	0.65	3.18
109	54.00	-	0.00	0.00	0.00	0.04	0.73	1.37	0.58	2.71
110	54.50	-	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	1.18	0.52	2.32
111	55.00	-	0.00	0.00	0.00	0.02	0.48	1.01	0.46	1.98
112	55.50	-	0.00	0.00	0.00	0.02	0.39	0.87	0.41	1.69
113	56.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.32	0.75	0.36	1.44
114	56.50	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.26	0.64	0.32	1.23
115	57.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.21	0.54	0.29	1.04
116	57.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.47	0.25	0.89
117	58.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.40	0.22	0.76
118	58.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.34	0.20	0.65
119	59.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.29	0.17	0.55
120	59.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.24	0.15	0.47
121	60.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.21	0.14	0.40
122	60.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.04	0.17	0.12	0.34
123	61.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.04	0.15	0.10	0.29
124	61.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.09	0.25
125	62.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.08	0.21
126	62.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.07	0.18
127	63.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.06	0.15
128	63.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.05	0.13
129	64.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.05	0.11
130	64.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.09

KURVA DISTRIBUSI RAILEYGH

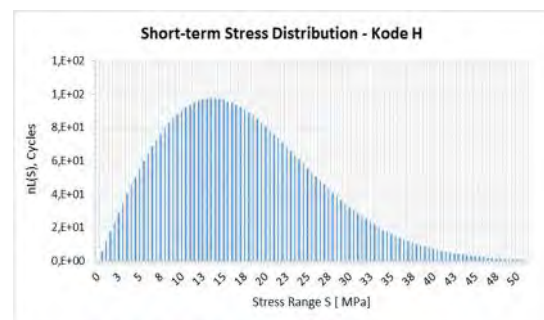
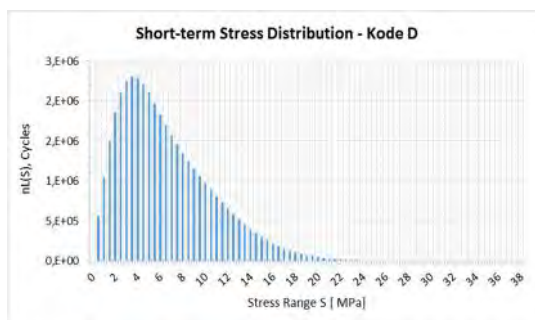
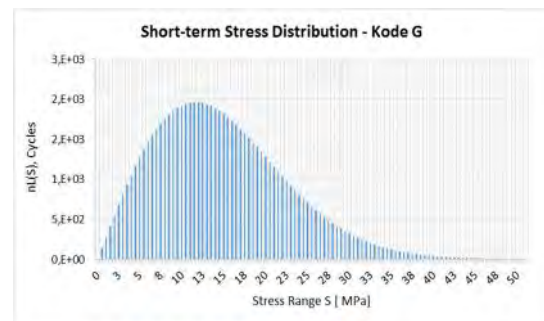
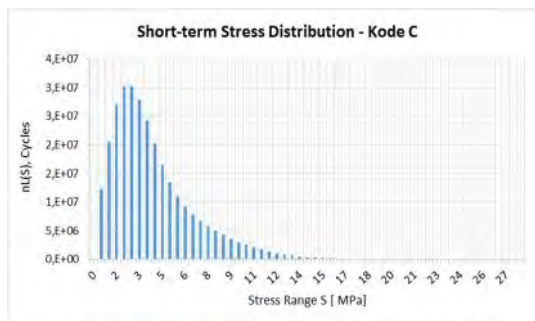
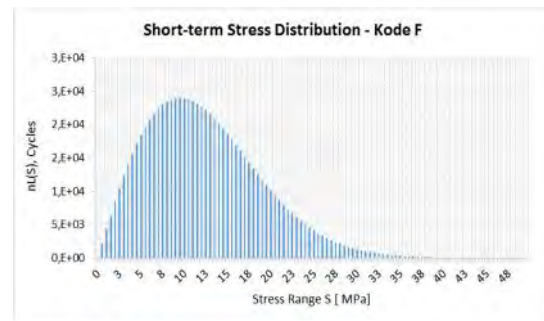
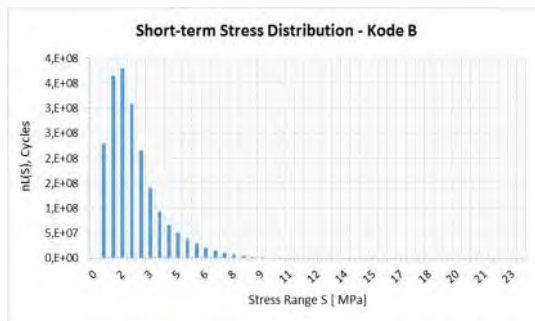
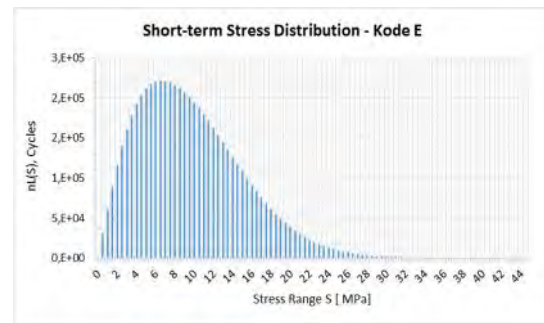
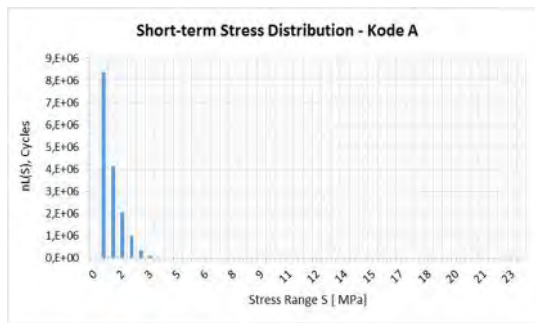


No	S (Mpa)	n L (cycles)									
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total	
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	0.50	8,784,102.57	256,463,744.32	13,248,730.10	625,168.41	35,067.67	2,469.75	157.88	6.70	279,159,447.41	
3	1.00	3,966,147.12	397,372,443.73	22,951,429.12	1,189,331.58	69,110.95	4,910.56	314.76	13.36	425,553,701.18	
4	1.50	1,930,192.81	393,965,659.44	29,747,569.60	1,675,427.97	101,184.33	7,294.38	469.65	19.97	427,427,818.15	
5	2.00	818,500.11	303,380,648.32	32,458,432.34	2,049,391.23	130,489.82	9,594.92	621.58	26.48	338,847,704.79	
6	2.50	252,811.50	200,943,334.25	31,600,774.91	2,299,810.79	156,426.71	11,788.39	769.61	32.87	235,265,749.04	
7	3.00	59,364.70	127,049,612.49	28,323,155.18	2,430,273.58	178,617.39	13,853.99	912.85	39.12	158,055,829.29	
8	3.50	10,949.93	84,457,477.13	23,927,748.70	2,456,425.33	196,907.74	15,774.36	1,050.46	45.18	111,066,378.83	
9	4.00	1,611.80	60,894,625.05	19,480,048.89	2,401,394.77	211,344.92	17,535.70	1,181.65	51.05	83,007,793.82	
10	4.50	191.08	45,818,095.61	15,621,947.05	2,290,816.88	222,138.08	19,127.80	1,305.69	56.68	63,973,678.86	
11	5.00	18.45	34,297,186.61	12,583,679.73	2,148,557.63	229,609.58	20,543.80	1,421.95	62.07	49,281,079.81	
12	5.50	1.47	24,903,002.34	10,313,073.57	1,993,843.70	234,144.51	21,779.98	1,529.84	67.19	37,467,442.60	
13	6.00	0.10	17,401,688.53	8,628,310.41	1,840,009.88	236,145.18	22,835.34	1,628.90	72.01	28,130,690.34	
14	6.50	0.01	11,696,943.83	7,332,961.05	1,694,653.44	235,995.40	23,711.21	1,718.72	76.53	20,986,060.19	
15	7.00	0.00	7,576,697.43	6,274,916.92	1,560,730.84	234,036.91	24,410.88	1,798.98	80.73	15,672,672.69	
16	7.50	0.00	4,740,410.86	5,360,130.88	1,438,068.23	230,557.97	24,939.18	1,869.47	84.60	11,796,061.19	
17	8.00	0.00	2,871,326.49	4,541,917.44	1,324,843.71	225,792.35	25,302.23	1,930.05	88.12	8,991,200.39	
18	8.50	0.00	1,687,404.79	3,803,165.77	1,218,762.10	219,925.90	25,507.16	1,980.67	91.29	6,956,837.68	
19	9.00	0.00	963,988.70	3,140,991.93	1,117,813.87	213,107.44	25,561.91	2,021.38	94.11	5,463,579.33	
20	9.50	0.00	536,250.72	2,556,807.81	1,020,640.69	205,460.98	25,475.11	2,052.29	96.56	4,346,784.16	
21	10.00	0.00	290,869.24	2,051,261.67	926,603.23	197,096.97	25,255.97	2,073.60	98.66	3,493,259.34	
22	10.50	0.00	153,995.85	1,622,410.12	835,667.82	188,121.08	24,914.21	2,085.57	100.40	2,827,295.05	
23	11.00	0.00	79,636.64	1,265,625.47	748,214.24	178,639.92	24,459.97	2,088.54	101.78	2,298,766.56	
24	11.50	0.00	40,244.46	974,242.72	664,836.58	168,763.68	23,903.76	2,082.91	102.82	1,874,176.93	
25	12.00	0.00	19,879.32	740,397.37	586,177.32	158,606.21	23,256.42	2,069.11	103.51	1,530,489.25	
26	12.50	0.00	9,599.84	555,794.71	512,809.79	148,283.27	22,528.93	2,047.64	103.87	1,251,168.04	
27	13.00	0.00	4,532.58	412,311.78	445,168.21	137,909.67	21,732.44	2,019.02	103.91	1,023,777.60	
28	13.50	0.00	2,092.72	302,412.89	383,516.63	127,596.04	20,878.03	1,983.82	103.64	838,583.77	
29	14.00	0.00	945.07	219,396.10	327,945.87	117,445.75	19,976.67	1,942.62	103.07	687,755.14	
30	14.50	0.00	417.59	157,503.38	278,388.29	107,552.24	19,039.06	1,896.01	102.22	564,898.79	
31	15.00	0.00	180.63	111,930.19	234,642.47	97,997.11	18,075.51	1,844.59	101.11	464,771.61	
32	15.50	0.00	76.52	78,767.85	196,401.96	88,848.90	17,095.84	1,788.99	99.76	383,079.81	

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
33	16.00	0.00	31.77	54,906.75	163,284.32	80,162.54	16,109.27	1,729.79	98.17	316,322.61
34	16.50	0.00	12.94	37,921.90	134,858.08	71,979.46	15,124.32	1,667.59	96.37	261,660.661
35	17.00	0.00	5.17	25,955.91	110,666.38	64,328.14	14,148.77	1,602.97	94.38	216,801.724
36	17.50	0.00	2.03	17,609.25	90,246.58	57,225.08	13,189.59	1,536.48	92.21	179,901.221
37	18.00	0.00	0.78	11,843.04	73,145.84	50,675.96	12,252.94	1,468.66	89.89	149,477.112
38	18.50	0.00	0.30	7,896.74	58,932.81	44,677.05	11,344.12	1,400.00	87.43	124,338.447
39	19.00	0.00	0.11	5,220.68	47,205.77	39,216.58	10,467.60	1,330.98	84.85	103,526.57
40	19.50	0.00	0.04	3,422.33	37,597.75	34,276.21	9,627.05	1,262.04	82.17	86,267.58
41	20.00	0.00	0.01	2,224.57	29,779.18	29,832.36	8,825.34	1,193.57	79.41	71,934.45
42	20.50	-	0.01	1,433.86	23,458.44	25,857.57	8,064.64	1,125.94	76.58	60,017.04
43	21.00	-	0.00	916.46	18,380.98	22,321.58	7,346.39	1,059.49	73.71	50,098.62
44	21.50	-	0.00	580.86	14,327.32	19,192.46	6,671.45	994.50	70.79	41,837.39
45	22.00	-	0.00	365.08	11,110.35	16,437.47	6,040.09	931.23	67.86	34,952.10
46	22.50	-	0.00	227.55	8,572.20	14,023.86	5,452.09	869.90	64.93	29,210.53
47	23.00	-	0.00	140.66	6,580.97	11,919.44	4,906.80	810.69	62.00	24,420.56
48	23.50	-	0.00	86.23	5,027.45	10,093.17	4,403.19	753.75	59.09	20,422.89
49	24.00	-	0.00	52.43	3,822.00	8,515.47	3,939.93	699.19	56.21	17,085.24
50	24.50	-	0.00	31.63	2,891.59	7,158.52	3,515.43	647.12	53.38	14,297.66
51	25.00	-	0.00	18.92	2,177.22	5,996.48	3,127.92	597.57	50.59	11,968.70
52	25.50	-	0.00	11.23	1,631.55	5,005.52	2,775.45	550.60	47.87	10,022.23
53	26.00	-	0.00	6.62	1,216.87	4,163.93	2,456.01	506.22	45.21	8,394.86
54	26.50	-	0.00	3.87	903.32	3,452.07	2,167.51	464.40	42.62	7,033.79
55	27.00	-	0.00	2.25	667.41	2,852.30	1,907.83	425.13	40.11	5,895.03
56	27.50	-	0.00	1.29	490.80	2,348.92	1,674.88	388.36	37.68	4,941.94
57	28.00	-	0.00	0.74	359.24	1,928.03	1,466.57	354.03	35.34	4,143.96
58	28.50	-	0.00	0.42	261.72	1,577.43	1,280.89	322.06	33.09	3,475.62
59	29.00	-	0.00	0.24	189.78	1,286.43	1,115.91	292.39	30.93	2,915.68
60	29.50	-	0.00	0.13	136.98	1,045.77	969.75	264.91	28.87	2,446.40
61	30.00	-	0.00	0.07	98.41	847.44	840.65	239.53	26.89	2,053.00
62	30.50	-	0.00	0.04	70.37	684.57	726.97	216.16	25.01	1,723.12
63	31.00	-	0.00	0.02	50.08	551.27	627.14	194.69	23.23	1,446.43
64	31.50	-	0.00	0.01	35.48	442.56	539.73	175.00	21.53	1,214.32

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
65	32.00	-	0.00	0.01	25.02	354.18	463.40	157.01	19.93	1,019.55
66	32.50	-	0.00	0.00	17.56	282.58	396.94	140.60	18.42	856.11
67	33.00	-	0.00	0.00	12.27	224.76	339.22	125.66	17.00	718.92
68	33.50	-	0.00	0.00	8.54	178.23	289.22	112.11	15.66	603.75
69	34.00	-	0.00	0.00	5.91	140.90	246.03	99.83	14.40	507.07
70	34.50	-	0.00	0.00	4.07	111.05	208.81	88.73	13.23	425.89
71	35.00	-	0.00	0.00	2.80	87.25	176.83	78.72	12.13	357.73
72	35.50	-	0.00	0.00	1.91	68.35	149.41	69.72	11.11	300.49
73	36.00	-	0.00	0.00	1.30	53.38	125.96	61.63	10.16	252.42
74	36.50	-	0.00	0.00	0.88	41.56	105.95	54.39	9.27	212.05
75	37.00	-	0.00	0.00	0.59	32.26	88.93	47.91	8.45	178.14
76	37.50	-	0.00	0.00	0.40	24.97	74.48	42.13	7.69	149.66
77	38.00	-	0.00	0.00	0.27	19.26	62.24	36.98	6.99	125.74
78	38.50	-	0.00	0.00	0.18	14.82	51.90	32.41	6.34	105.64
79	39.00	-	0.00	0.00	0.12	11.36	43.18	28.35	5.75	88.76
80	39.50	-	0.00	0.00	0.08	8.69	35.85	24.76	5.20	74.57
81	40.00	-	0.00	0.00	0.05	6.62	29.70	21.59	4.70	62.65
82	40.50	-	0.00	0.00	0.03	5.03	24.55	18.79	4.24	52.64
83	41.00	-	0.00	0.00	0.02	3.81	20.25	16.32	3.82	44.23
84	41.50	-	0.00	0.00	0.01	2.88	16.67	14.16	3.44	37.16
85	42.00	-	0.00	0.00	0.01	2.17	13.69	12.26	3.09	31.22
86	42.50	-	0.00	0.00	0.01	1.63	11.22	10.60	2.77	26.23
87	43.00	-	0.00	0.00	0.00	1.22	9.18	9.15	2.48	22.03
88	43.50	-	0.00	0.00	0.00	0.91	7.49	7.89	2.22	18.51
89	44.00	-	0.00	0.00	0.00	0.68	6.10	6.78	1.98	15.54
90	44.50	-	0.00	0.00	0.00	0.50	4.96	5.83	1.77	13.05
91	45.00	-	0.00	0.00	0.00	0.37	4.02	5.00	1.57	10.96
92	45.50	-	0.00	0.00	0.00	0.27	3.25	4.28	1.40	9.20
93	46.00	-	0.00	0.00	0.00	0.20	2.63	3.66	1.24	7.73
94	46.50	-	0.00	0.00	0.00	0.15	2.12	3.12	1.10	6.49
95	47.00	-	0.00	0.00	0.00	0.11	1.70	2.66	0.98	5.44
96	47.50	-	0.00	0.00	0.00	0.08	1.37	2.26	0.86	4.57
97	48.00	-	0.00	0.00	0.00	0.06	1.09	1.92	0.76	3.83

KURVA DISTRIBUSI RAILEYGH



No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
1	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.50	8,356,059.99	228,627,440.88	12,315,822.06	555,060.56	30,966.66	2,180.41	139.36	5.91	249,887,675.82
3	1.00	4,136,596.85	364,827,998.45	20,532,989.51	1,055,704.01	61,133.74	4,338.24	277.93	11.79	390,619,050.53
4	1.50	2,049,450.50	378,959,482.87	27,065,907.21	1,497,998.13	89,756.16	6,451.56	414.96	17.63	409,669,479.01
5	2.00	981,563.69	308,980,387.33	30,209,224.97	1,850,349.16	116,191.48	8,499.62	549.68	23.39	342,146,789.32
6	2.50	358,571.26	215,982,743.19	30,222,230.06	2,101,272.96	139,936.55	10,463.43	681.35	29.06	248,815,927.86
7	3.00	103,398.37	140,758,779.77	27,906,691.63	2,250,552.12	160,648.87	12,326.11	809.26	34.62	171,193,240.76
8	3.50	24,546.37	93,351,059.76	24,281,671.78	2,307,635.12	178,151.56	14,073.23	932.76	40.03	120,158,110.61
9	4.00	4,938.23	66,416,477.88	20,279,613.44	2,288,755.95	192,422.90	15,692.92	1,051.19	45.29	89,198,997.80
10	4.50	860.33	50,133,530.72	16,558,266.85	2,213,502.79	203,573.19	17,175.96	1,163.99	50.37	69,128,124.21
11	5.00	132.36	38,479,137.32	13,452,556.30	2,101,567.02	211,813.50	18,515.70	1,270.61	55.25	54,265,048.07
12	5.50	18.26	29,069,755.12	11,032,003.74	1,970,226.21	217,420.78	19,707.87	1,370.58	59.92	42,310,562.48
13	6.00	2.27	21,305,772.95	9,204,811.34	1,832,843.95	220,704.01	20,750.38	1,463.47	64.35	32,586,412.73
14	6.50	0.25	15,091,709.47	7,817,395.80	1,698,394.40	221,975.06	21,643.02	1,548.94	68.55	24,852,735.50
15	7.00	0.02	10,336,086.68	6,722,000.42	1,571,810.62	221,526.53	22,387.26	1,626.68	72.49	18,875,510.70
16	7.50	0.00	6,856,660.16	5,808,246.96	1,454,847.62	219,617.62	22,985.88	1,696.47	76.15	14,364,130.86
17	8.00	0.00	4,414,704.64	5,008,102.61	1,347,143.09	216,467.71	23,442.81	1,758.13	79.55	11,011,698.54
18	8.50	0.00	2,764,525.37	4,287,137.38	1,247,222.13	212,256.53	23,762.86	1,811.58	82.66	8,536,798.50
19	9.00	0.00	1,687,060.67	3,632,132.12	1,153,289.82	207,128.86	23,951.59	1,856.77	85.47	6,705,505.29
20	9.50	0.00	1,005,163.61	3,040,491.49	1,063,752.45	201,202.11	24,015.17	1,893.74	88.00	5,336,606.56
21	10.00	0.00	585,694.41	2,513,202.08	977,482.19	194,574.74	23,960.27	1,922.56	90.22	4,296,926.46
22	10.50	0.00	334,258.83	2,051,034.24	893,882.42	187,334.13	23,793.98	1,943.37	92.15	3,492,339.12
23	11.00	0.00	187,083.77	1,652,993.09	812,825.26	179,563.00	23,523.80	1,956.39	93.78	2,858,039.07
24	11.50	0.00	102,805.89	1,316,059.31	734,526.02	171,343.86	23,157.53	1,961.84	95.11	2,349,949.57
25	12.00	0.00	55,521.15	1,035,540.79	659,403.31	162,761.46	22,703.28	1,960.03	96.15	1,937,986.18
26	12.50	0.00	29,495.61	805,632.99	587,954.44	153,903.37	22,169.39	1,951.27	96.91	1,601,203.98
27	13.00	0.00	15,428.23	619,980.87	520,660.13	144,859.28	21,564.38	1,935.94	97.39	1,324,526.22
28	13.50	0.00	7,953.64	472,151.17	457,921.25	135,719.32	20,896.87	1,914.43	97.59	1,096,654.27
29	14.00	0.00	4,045.67	355,985.37	400,024.01	126,571.91	20,175.54	1,887.17	97.53	908,787.21
30	14.50	0.00	2,032.98	265,835.22	347,127.30	117,501.55	19,409.01	1,854.59	97.22	753,857.87
31	15.00	0.00	1,010.62	196,696.30	299,265.52	108,586.78	18,605.77	1,817.16	96.67	626,078.82
32	15.50	0.00	497.71	144,261.03	256,361.24	99,898.46	17,774.10	1,775.34	95.89	520,663.77

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
33	16.00	0.00	243.17	104,912.57	218,243.04	91,498.58	16,922.00	1,729.60	94.89	433,643.84
34	16.50	0.00	118.01	75,679.40	184,665.56	83,439.49	16,057.05	1,680.41	93.69	361,733.600
35	17.00	0.00	56.94	54,166.98	155,329.29	75,763.57	15,186.42	1,628.25	92.29	302,223.736
36	17.50	0.00	27.33	38,478.84	129,899.13	68,503.31	14,316.77	1,573.58	90.73	252,889.668
37	18.00	0.00	13.05	27,136.40	108,020.60	61,681.70	13,454.20	1,516.84	88.99	211,911.777
38	18.50	0.00	6.20	19,003.22	89,333.60	55,312.87	12,604.25	1,458.47	87.11	177,805.721
39	19.00	0.00	2.92	13,217.22	73,483.45	49,402.88	11,771.83	1,398.89	85.10	149,362.30
40	19.50	0.00	1.37	9,132.19	60,129.48	43,950.65	10,961.26	1,338.50	82.97	125,596.43
41	20.00	0.00	0.64	6,269.20	48,951.18	38,948.92	10,176.22	1,277.68	80.74	105,704.56
42	20.50	-	0.29	4,276.88	39,652.34	34,385.24	9,419.81	1,216.76	78.42	89,029.75
43	21.00	-	0.13	2,899.98	31,963.51	30,242.95	8,694.55	1,156.09	76.02	75,033.23
44	21.50	-	0.06	1,954.76	25,642.92	26,502.07	8,002.39	1,095.95	73.55	63,271.70
45	22.00	-	0.03	1,310.09	20,476.35	23,140.15	7,344.77	1,036.63	71.04	53,379.05
46	22.50	-	0.01	873.18	16,276.15	20,133.06	6,722.64	978.36	68.49	45,051.91
47	23.00	-	0.00	578.89	12,879.65	17,455.68	6,136.53	921.37	65.92	38,038.05
48	23.50	-	0.00	381.84	10,147.20	15,082.46	5,586.53	865.85	63.34	32,127.21
49	24.00	-	0.00	250.65	7,959.97	12,987.93	5,072.43	811.95	60.75	27,143.67
50	24.50	-	0.00	163.78	6,217.71	11,147.14	4,593.65	759.83	58.16	22,940.28
51	25.00	-	0.00	106.56	4,836.51	9,535.99	4,149.39	709.59	55.60	19,393.64
52	25.50	-	0.00	69.06	3,746.63	8,131.45	3,738.61	661.33	53.06	16,400.15
53	26.00	-	0.00	44.59	2,890.56	6,911.81	3,360.08	615.12	50.56	13,872.72
54	26.50	-	0.00	28.70	2,221.14	5,856.75	3,012.42	571.00	48.09	11,738.10
55	27.00	-	0.00	18.41	1,699.97	4,947.45	2,694.17	529.01	45.67	9,934.69
56	27.50	-	0.00	11.78	1,295.99	4,166.63	2,403.74	489.16	43.31	8,410.61
57	28.00	-	0.00	7.52	984.17	3,498.51	2,139.52	451.45	41.00	7,122.17
58	28.50	-	0.00	4.79	744.50	2,928.82	1,899.89	415.86	38.76	6,032.61
59	29.00	-	0.00	3.04	561.05	2,444.72	1,683.18	382.35	36.58	5,110.92
60	29.50	-	0.00	1.93	421.21	2,034.73	1,487.77	350.90	34.48	4,331.01
61	30.00	-	0.00	1.22	315.05	1,688.64	1,312.07	321.44	32.44	3,670.86
62	30.50	-	0.00	0.77	234.78	1,397.44	1,154.53	293.92	30.48	3,111.92
63	31.00	-	0.00	0.49	174.32	1,153.20	1,013.66	268.27	28.60	2,638.54
64	31.50	-	0.00	0.31	128.97	949.00	888.02	244.43	26.79	2,237.52

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
65	32.00	-	0.00	0.19	95.08	778.79	776.27	222.32	25.06	1,897.72
66	32.50	-	0.00	0.12	69.86	637.35	677.13	201.85	23.41	1,609.72
67	33.00	-	0.00	0.07	51.15	520.18	589.39	182.95	21.84	1,365.58
68	33.50	-	0.00	0.05	37.33	423.39	511.94	165.54	20.34	1,158.59
69	34.00	-	0.00	0.03	27.15	343.68	443.74	149.53	18.92	983.06
70	34.50	-	0.00	0.02	19.69	278.23	383.83	134.84	17.58	834.18
71	35.00	-	0.00	0.01	14.24	224.64	331.33	121.39	16.30	707.91
72	35.50	-	0.00	0.01	10.26	180.89	285.42	109.11	15.10	600.78
73	36.00	-	0.00	0.00	7.38	145.27	245.38	97.90	13.97	509.90
74	36.50	-	0.00	0.00	5.29	116.35	210.53	87.71	12.91	432.79
75	37.00	-	0.00	0.00	3.78	92.94	180.27	78.45	11.91	367.35
76	37.50	-	0.00	0.00	2.70	74.05	154.06	70.05	10.97	311.83
77	38.00	-	0.00	0.00	1.92	58.84	131.40	62.45	10.09	264.71
78	38.50	-	0.00	0.00	1.36	46.63	111.85	55.60	9.27	224.71
79	39.00	-	0.00	0.00	0.97	36.86	95.02	49.41	8.51	190.77
80	39.50	-	0.00	0.00	0.68	29.06	80.57	43.85	7.80	161.96
81	40.00	-	0.00	0.00	0.48	22.85	68.18	38.85	7.14	137.51
82	40.50	-	0.00	0.00	0.34	17.92	57.59	34.37	6.52	116.75
83	41.00	-	0.00	0.00	0.24	14.02	48.55	30.36	5.95	99.12
84	41.50	-	0.00	0.00	0.17	10.94	40.85	26.78	5.43	84.16
85	42.00	-	0.00	0.00	0.12	8.51	34.31	23.58	4.94	71.46
86	42.50	-	0.00	0.00	0.08	6.61	28.76	20.74	4.49	60.68
87	43.00	-	0.00	0.00	0.06	5.12	24.06	18.21	4.08	51.52
88	43.50	-	0.00	0.00	0.04	3.95	20.09	15.96	3.70	43.74
89	44.00	-	0.00	0.00	0.03	3.04	16.74	13.97	3.35	37.14
90	44.50	-	0.00	0.00	0.02	2.34	13.93	12.21	3.03	31.53
91	45.00	-	0.00	0.00	0.01	1.79	11.56	10.66	2.74	26.77
92	45.50	-	0.00	0.00	0.01	1.37	9.58	9.29	2.47	22.73
93	46.00	-	0.00	0.00	0.01	1.04	7.93	8.09	2.23	19.30
94	46.50	-	0.00	0.00	0.00	0.80	6.54	7.03	2.01	16.38
95	47.00	-	0.00	0.00	0.00	0.60	5.39	6.10	1.81	13.90
96	47.50	-	0.00	0.00	0.00	0.46	4.44	5.29	1.62	11.80
97	48.00	-	0.00	0.00	0.00	0.35	3.64	4.57	1.45	10.02

No	S (Mpa)	n L (cycles)								
		Σ A	Σ B	Σ C	Σ D	Σ E	Σ F	Σ G	Σ H	Σ Total
98	48.50	-	0.00	0.00	0.00	0.26	2.98	3.95	1.30	8.50
99	49.00	-	0.00	0.00	0.00	0.20	2.44	3.41	1.17	7.21
100	49.50	-	0.00	0.00	0.00	0.15	1.99	2.94	1.04	6.12
101	50.00	-	0.00	0.00	0.00	0.11	1.62	2.53	0.93	5.19
102	50.50	-	0.00	0.00	0.00	0.08	1.32	2.17	0.83	4.40
103	51.00	-	0.00	0.00	0.00	0.06	1.07	1.86	0.74	3.73
104	51.50	-	0.00	0.00	0.00	0.05	0.87	1.60	0.66	3.17
105	52.00	-	0.00	0.00	0.00	0.03	0.70	1.36	0.58	2.68
106	52.50	-	0.00	0.00	0.00	0.03	0.57	1.17	0.52	2.27
107	53.00	-	0.00	0.00	0.00	0.02	0.46	0.99	0.46	1.93
108	53.50	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.37	0.85	0.41	1.63
109	54.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.29	0.72	0.36	1.38
110	54.50	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24	0.61	0.32	1.17
111	55.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.19	0.52	0.28	0.99
112	55.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.44	0.25	0.84
113	56.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.37	0.22	0.71
114	56.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.31	0.19	0.60
115	57.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.26	0.17	0.51
116	57.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.22	0.15	0.43
117	58.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.19	0.13	0.36
118	58.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.16	0.11	0.31
119	59.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.13	0.10	0.26
120	59.50	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.11	0.09	0.22
121	60.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.07	0.19
122	60.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.06	0.16
123	61.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.06	0.13
124	61.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.05	0.11
125	62.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.09
126	62.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.04	0.08
127	63.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.07
128	63.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.06
129	64.00	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.05
130	64.50	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04

REKAPITULASI Long-term Distribution for Vertical Shear Force

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
1	0.00	-	-	-	-
2	5.00	4,382,083.90	8,502,558.42	3,933,575.97	16,818,218.30
3	10.00	1,048,472.88	4,533,757.51	951,774.84	6,534,005.23
4	15.00	415,887.44	2,421,232.66	387,641.11	3,224,761.21
5	20.00	207,664.14	1,144,895.64	199,944.11	1,552,503.89
6	25.00	125,896.64	703,835.39	118,357.54	948,089.57
7	30.00	90,077.75	523,585.43	84,730.74	698,393.92
8	35.00	69,443.06	400,886.20	68,210.34	538,539.60
9	40.00	55,467.05	304,360.17	57,425.16	417,252.39
10	45.00	45,619.27	230,235.56	49,047.48	324,902.31
11	50.00	38,613.60	175,328.07	42,229.46	256,171.13
12	55.00	33,558.44	135,741.21	36,748.10	206,047.75
13	60.00	29,792.67	107,620.11	32,436.74	169,849.52
14	65.00	26,854.44	87,624.70	29,077.11	143,556.24
15	70.00	24,452.57	73,150.86	26,432.77	124,036.20
16	75.00	22,418.38	62,346.28	24,294.95	109,059.61
17	80.00	20,656.10	53,987.19	22,504.95	97,148.25
18	85.00	19,107.27	47,303.23	20,954.93	87,365.43
19	90.00	17,730.85	41,817.02	19,577.41	79,125.28
20	95.00	16,494.58	37,227.00	18,332.15	72,053.73
21	100.00	15,372.01	33,333.56	17,195.02	65,900.59
22	105.00	14,341.80	29,996.81	16,150.32	60,488.93
23	110.00	13,387.45	27,113.49	15,186.33	55,687.27
24	115.00	12,496.84	24,604.32	14,293.12	51,394.29
25	120.00	11,661.49	22,406.72	13,461.84	47,530.05
26	125.00	10,875.70	20,470.29	12,684.49	44,030.48
27	130.00	10,135.71	18,753.88	11,954.14	40,843.72
28	135.00	9,438.96	17,223.54	11,264.95	37,927.45
29	140.00	8,783.52	15,851.14	10,612.24	35,246.90
30	145.00	8,167.75	14,613.29	9,992.42	32,773.46
31	150.00	7,590.03	13,490.58	9,402.80	30,483.42
32	155.00	7,048.71	12,466.97	8,841.46	28,357.13
33	160.00	6,542.03	11,529.24	8,306.99	26,378.26
34	165.00	6,068.21	10,666.57	7,798.39	24,533.17
35	170.00	5,625.44	9,870.12	7,314.85	22,810.40
36	175.00	5,211.92	9,132.69	6,855.69	21,200.30
37	180.00	4,825.93	8,448.39	6,420.27	19,694.59
38	185.00	4,465.83	7,812.42	6,007.90	18,286.15
39	190.00	4,130.08	7,220.76	5,617.89	16,968.73
40	195.00	3,817.23	6,670.06	5,249.49	15,736.78
41	200.00	3,525.93	6,157.44	4,901.92	14,585.28
42	205.00	3,254.92	5,718.07	4,574.34	13,547.33
43	210.00	3,003.02	5,295.51	4,265.93	12,564.46
44	215.00	2,769.10	4,881.16	3,975.83	11,626.09
45	220.00	2,552.13	4,477.29	3,703.21	10,732.63
46	225.00	2,351.07	4,083.25	3,447.25	9,881.57

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
47	230.00	2,164.97	2,308.51	3,207.14	7,680.61
48	235.00	1,992.89	2,162.58	2,982.10	7,137.57
49	240.00	1,833.96	2,025.04	2,771.37	6,630.37
50	245.00	1,687.31	1,895.50	2,574.23	6,157.05
51	250.00	1,552.13	1,773.60	2,389.97	5,715.71
52	255.00	1,427.64	1,659.00	2,217.93	5,304.57
53	260.00	1,313.08	1,551.38	2,057.44	4,921.90
54	265.00	1,207.74	1,450.42	1,907.89	4,566.05
55	270.00	1,110.96	1,355.83	1,768.67	4,235.46
56	275.00	1,022.10	1,267.30	1,639.18	3,928.59
57	280.00	940.56	1,184.56	1,518.88	3,644.00
58	285.00	865.77	1,107.31	1,407.23	3,380.31
59	290.00	797.22	1,035.27	1,303.68	3,136.17
60	295.00	734.40	968.17	1,207.76	2,910.33
61	300.00	676.87	905.73	1,118.97	2,701.58
62	305.00	624.20	847.70	1,036.85	2,508.76
63	310.00	575.99	793.81	960.97	2,330.77
64	315.00	531.88	743.81	890.90	2,166.60
65	320.00	491.53	697.47	826.24	2,015.24
66	325.00	454.63	654.53	766.61	1,875.77
67	330.00	420.88	614.78	711.66	1,747.32
68	335.00	390.03	578.00	661.04	1,629.06
69	340.00	361.82	543.98	614.43	1,520.22
70	345.00	336.02	512.52	571.53	1,420.07
71	350.00	312.44	483.43	532.06	1,327.94
72	355.00	290.88	456.54	495.76	1,243.18
73	360.00	271.15	431.68	462.37	1,165.20
74	365.00	253.10	408.68	431.67	1,093.46
75	370.00	236.58	387.41	403.44	1,027.44
76	375.00	221.45	367.72	377.49	966.66
77	380.00	207.59	349.48	353.62	910.69
78	385.00	194.88	332.57	331.67	859.12
79	390.00	183.21	316.88	311.48	811.56
80	395.00	172.49	302.31	292.89	767.69
81	400.00	162.63	288.75	275.78	727.16
82	405.00	153.56	276.13	260.01	689.70
83	410.00	145.19	264.37	245.48	655.04
84	415.00	137.47	253.38	232.07	622.92
85	420.00	130.33	243.10	219.69	593.12
86	425.00	123.72	233.47	208.26	565.44
87	430.00	117.59	224.43	197.67	539.69
88	435.00	111.90	215.93	187.87	515.70
89	440.00	106.60	207.93	178.79	493.32
90	445.00	101.66	200.38	170.35	472.39
91	450.00	97.05	193.24	162.51	452.80
92	455.00	92.73	186.48	155.20	434.42
93	460.00	88.69	180.07	148.39	417.16
94	465.00	84.90	173.98	142.03	400.91
95	470.00	81.33	168.18	136.08	385.59

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
96	475.00	77.97	162.65	130.50	371.12
97	480.00	74.80	157.37	125.27	357.44
98	485.00	71.80	152.33	120.35	344.48
99	490.00	68.97	147.50	115.71	332.17
100	495.00	66.28	142.86	111.33	320.48
101	500.00	63.73	138.42	107.20	309.35
102	505.00	61.31	134.15	103.28	298.74
103	510.00	59.01	130.04	99.57	288.62
104	515.00	56.82	126.08	96.05	278.95
105	520.00	54.73	122.26	92.70	269.69
106	525.00	52.74	118.58	89.50	260.83
107	530.00	50.84	115.03	86.46	252.33
108	535.00	49.02	111.60	83.55	244.17
109	540.00	47.28	108.29	80.77	236.34
110	545.00	45.62	105.08	78.12	228.81
111	550.00	44.03	101.98	75.57	221.57
112	555.00	42.50	98.98	73.12	214.60
113	560.00	41.04	96.07	70.78	207.89
114	565.00	39.64	93.25	68.53	201.42
115	570.00	38.30	90.53	66.36	195.18
116	575.00	37.01	87.88	64.28	189.17
117	580.00	35.77	85.32	62.27	183.37
118	585.00	34.59	82.84	60.34	177.76
119	590.00	33.45	80.43	58.48	172.35
120	595.00	32.35	78.09	56.68	167.13
121	600.00	31.30	75.83	54.95	162.08
122	605.00	30.29	30.04	53.28	113.60
123	610.00	29.32	29.50	51.67	110.48
124	615.00	28.38	28.97	50.11	107.47
125	620.00	27.48	28.46	48.61	104.56
126	625.00	26.62	27.96	47.17	101.75
127	630.00	25.79	27.47	45.77	99.03
128	635.00	24.99	26.99	44.41	96.40
129	640.00	24.22	26.52	43.11	93.85
130	645.00	23.49	26.06	41.84	91.39
131	650.00	22.77	25.61	40.62	89.01
132	655.00	22.09	25.17	39.44	86.71
133	660.00	21.43	24.74	38.30	84.48
134	665.00	20.80	24.32	37.20	82.32
135	670.00	20.19	23.91	36.13	80.23
136	675.00	19.60	23.51	35.10	78.20
137	680.00	19.03	23.11	34.10	76.24
138	685.00	18.49	22.72	33.13	74.34
139	690.00	17.97	22.34	32.20	72.51
140	695.00	17.46	21.97	31.30	70.72
141	700.00	16.97	21.60	30.42	69.00
142	705.00	16.50	21.24	29.58	67.32
143	710.00	16.05	20.89	28.76	65.70
144	715.00	15.62	20.54	27.96	64.13

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
145	720.00	15.20	20.20	27.20	62.60
146	725.00	14.79	19.87	26.46	61.12
147	730.00	14.40	19.54	25.74	59.68
148	735.00	14.03	19.22	25.04	58.29
149	740.00	13.66	18.91	24.37	56.94
150	745.00	13.31	18.60	23.72	55.63
151	750.00	12.98	18.29	23.09	54.36
152	755.00	12.65	2.73	22.48	37.86
153	760.00	12.33	2.69	21.89	36.91
154	765.00	12.03	2.64	21.32	35.99
155	770.00	11.74	2.60	20.76	35.10
156	775.00	11.45	2.56	20.22	34.23
157	780.00	11.18	2.51	19.70	33.40
158	785.00	10.91	2.47	19.20	32.59
159	790.00	10.65	2.43	18.71	31.80
160	795.00	10.40	2.40	18.24	31.04
161	800.00	10.16	2.36	17.78	30.30
162	805.00	9.93	2.32	17.34	29.59
163	810.00	9.71	2.28	16.91	28.90
164	815.00	9.49	2.25	16.49	28.23
165	820.00	9.28	2.21	16.09	27.58
166	825.00	9.07	2.18	15.70	26.95
167	830.00	8.87	2.14	15.32	26.33
168	835.00	8.68	2.11	14.95	25.74
169	840.00	8.49	2.08	14.59	25.16
170	845.00	8.31	2.05	14.25	24.60
171	850.00	8.13	2.02	13.91	24.06
172	855.00	7.96	1.98	13.59	23.53
173	860.00	7.79	1.95	13.27	23.02
174	865.00	7.63	1.92	12.96	22.52
175	870.00	7.47	1.90	12.67	22.03
176	875.00	7.32	1.87	12.38	21.56
177	880.00	7.17	1.84	12.10	21.11
178	885.00	7.02	1.81	11.83	20.66
179	890.00	6.88	1.78	11.56	20.23
180	895.00	6.74	1.76	11.31	19.81
181	900.00	6.61	1.73	11.06	19.40
182	905.00	6.47	1.71	10.82	19.00
183	910.00	6.35	1.68	10.58	18.61
184	915.00	6.22	1.66	10.35	18.23
185	920.00	6.10	1.63	10.13	17.86
186	925.00	5.98	1.61	9.92	17.50
187	930.00	5.86	1.59	9.71	17.15
188	935.00	5.75	1.56	9.50	16.81
189	940.00	5.64	1.54	9.30	16.48
190	945.00	5.53	1.52	9.11	16.15
191	950.00	5.42	1.50	8.92	15.84
192	955.00	5.32	1.47	8.74	15.53
193	960.00	5.21	1.45	8.56	15.23

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
194	965.00	5.11	1.43	8.39	14.93
195	970.00	5.02	1.41	8.22	14.65
196	975.00	4.92	1.39	8.06	14.37
197	980.00	4.83	1.37	7.90	14.09
198	985.00	4.73	1.35	7.74	13.83
199	990.00	4.64	1.33	7.59	13.57
200	995.00	4.56	1.31	7.44	13.31
201	1000.00	4.47	1.30	7.30	13.06
202	1005.00	4.39	0.09	7.16	11.64
203	1010.00	4.30	0.09	7.02	11.41
204	1015.00	4.22	0.09	6.88	11.20
205	1020.00	4.14	0.09	6.75	10.99
206	1025.00	4.06	0.09	6.63	10.78
207	1030.00	3.99	0.09	6.50	10.57
208	1035.00	3.91	0.09	6.38	10.38
209	1040.00	3.84	0.08	6.26	10.18
210	1045.00	3.77	0.08	6.14	9.99
211	1050.00	3.69	0.08	6.03	9.81
212	1055.00	3.62	0.08	5.92	9.62
213	1060.00	3.56	0.08	5.81	9.44
214	1065.00	3.49	0.08	5.70	9.27
215	1070.00	3.42	0.08	5.60	9.10
216	1075.00	3.36	0.08	5.50	8.93
217	1080.00	3.30	0.07	5.40	8.77
218	1085.00	3.23	0.07	5.30	8.61
219	1090.00	3.17	0.07	5.20	8.45
220	1095.00	3.11	0.07	5.11	8.29
221	1100.00	3.05	0.07	5.02	8.14
222	1105.00	2.99	0.07	4.93	7.99
223	1110.00	2.94	0.07	4.84	7.85
224	1115.00	2.88	0.07	4.75	7.70
225	1120.00	2.83	0.07	4.67	7.56
226	1125.00	2.77	0.06	4.59	7.43
227	1130.00	2.72	0.06	4.51	7.29
228	1135.00	2.67	0.06	4.43	7.16
229	1140.00	2.62	0.06	4.35	7.03
230	1145.00	2.57	0.06	4.27	6.90
231	1150.00	2.52	0.06	4.20	6.77
232	1155.00	2.47	0.06	4.12	6.65
233	1160.00	2.42	0.06	4.05	6.53
234	1165.00	2.38	0.06	3.98	6.41
235	1170.00	2.33	0.06	3.91	6.30
236	1175.00	2.29	0.06	3.84	6.18
237	1180.00	2.24	0.05	3.77	6.07
238	1185.00	2.20	0.05	3.71	5.96
239	1190.00	2.16	0.05	3.64	5.85
240	1195.00	2.12	0.05	3.58	5.74
241	1200.00	2.08	0.05	3.51	5.64
242	1205.00	2.04	0.05	3.45	5.54

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
243	1210.00	2.00	0.05	3.39	5.44
244	1215.00	1.96	0.05	3.33	5.34
245	1220.00	1.92	0.05	3.27	5.24
246	1225.00	1.88	0.05	3.22	5.15
247	1230.00	1.85	0.05	3.16	5.05
248	1235.00	1.81	0.05	3.11	4.96
249	1240.00	1.77	0.05	3.05	4.87
250	1245.00	1.74	0.04	3.00	4.78
251	1250.00	1.71	0.04	2.95	4.70
252	1255.00	1.67	0.00	2.89	4.57
253	1260.00	1.64	0.00	2.84	4.48
254	1265.00	1.61	0.00	2.79	4.40
255	1270.00	1.58	0.00	2.74	4.32
256	1275.00	1.55	0.00	2.70	4.24
257	1280.00	1.52	0.00	2.65	4.16
258	1285.00	1.49	0.00	2.60	4.09
259	1290.00	1.46	0.00	2.56	4.01
260	1295.00	1.43	0.00	2.51	3.94
261	1300.00	1.40	0.00	2.47	3.87
262	1305.00	1.37	0.00	2.42	3.80
263	1310.00	1.34	0.00	2.38	3.73
264	1315.00	1.32	0.00	2.34	3.66
265	1320.00	1.29	0.00	2.30	3.59
266	1325.00	1.27	0.00	2.26	3.52
267	1330.00	1.24	0.00	2.22	3.46
268	1335.00	1.22	0.00	2.18	3.39
269	1340.00	1.19	0.00	2.14	3.33
270	1345.00	1.17	0.00	2.10	3.27
271	1350.00	1.15	0.00	2.06	3.21
272	1355.00	1.12	0.00	2.03	3.15
273	1360.00	1.10	0.00	1.99	3.09
274	1365.00	1.08	0.00	1.95	3.03
275	1370.00	1.06	0.00	1.92	2.98
276	1375.00	1.04	0.00	1.89	2.92
277	1380.00	1.02	0.00	1.85	2.87
278	1385.00	0.99	0.00	1.82	2.81
279	1390.00	0.97	0.00	1.79	2.76
280	1395.00	0.96	0.00	1.75	2.71
281	1400.00	0.94	0.00	1.72	2.66
282	1405.00	0.92	0.00	1.69	2.61
283	1410.00	0.90	0.00	1.66	2.56
284	1415.00	0.88	0.00	1.63	2.51
285	1420.00	0.86	0.00	1.60	2.46
286	1425.00	0.85	0.00	1.57	2.42
287	1430.00	0.83	0.00	1.54	2.37
288	1435.00	0.81	0.00	1.51	2.33
289	1440.00	0.79	0.00	1.49	2.28
290	1445.00	0.78	0.00	1.46	2.24
291	1450.00	0.76	0.00	1.43	2.20

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
292	1455.00	0.75	0.00	1.41	2.15
293	1460.00	0.73	0.00	1.38	2.11
294	1465.00	0.72	0.00	1.36	2.07
295	1470.00	0.70	0.00	1.33	2.03
296	1475.00	0.69	0.00	1.31	2.00
297	1480.00	0.67	0.00	1.28	1.96
298	1485.00	0.66	0.00	1.26	1.92
299	1490.00	0.65	0.00	1.24	1.88
300	1495.00	0.63	0.00	1.21	1.85
301	1500.00	0.62	0.00	1.19	1.81
302	1505.00	0.61	0.00	1.17	1.78
303	1510.00	0.59	0.00	1.15	1.74
304	1515.00	0.58	0.00	1.13	1.71
305	1520.00	0.57	0.00	1.11	1.68
306	1525.00	0.56	0.00	1.08	1.64
307	1530.00	0.55	0.00	1.06	1.61
308	1535.00	0.54	0.00	1.04	1.58
309	1540.00	0.52	0.00	1.03	1.55
310	1545.00	0.51	0.00	1.01	1.52
311	1550.00	0.50	0.00	0.99	1.49
312	1555.00	0.49	0.00	0.97	1.46
313	1560.00	0.48	0.00	0.95	1.43
314	1565.00	0.47	0.00	0.93	1.41
315	1570.00	0.46	0.00	0.92	1.38
316	1575.00	0.45	0.00	0.90	1.35
317	1580.00	0.44	0.00	0.88	1.32
318	1585.00	0.43	0.00	0.87	1.30
319	1590.00	0.42	0.00	0.85	1.27
320	1595.00	0.42	0.00	0.83	1.25
321	1600.00	0.41	0.00	0.82	1.22
322	1605.00	0.40	0.00	0.80	1.20
323	1610.00	0.39	0.00	0.79	1.18
324	1615.00	0.38	0.00	0.77	1.15
325	1620.00	0.37	0.00	0.76	1.13
326	1625.00	0.37	0.00	0.74	1.11
327	1630.00	0.36	0.00	0.73	1.09
328	1635.00	0.35	0.00	0.71	1.07
329	1640.00	0.34	0.00	0.70	1.04
330	1645.00	0.34	0.00	0.69	1.02
331	1650.00	0.33	0.00	0.67	1.003
332	1655.00	0.32	0.00	0.66	0.983
333	1660.00	0.31	0.00	0.65	0.96
334	1665.00	0.31	0.00	0.64	0.94
335	1670.00	0.30	0.00	0.62	0.93
336	1675.00	0.29	0.00	0.61	0.91
337	1680.00	0.29	0.00	0.60	0.89
338	1685.00	0.28	0.00	0.59	0.87
339	1690.00	0.28	0.00	0.58	0.85
340	1695.00	0.27	0.00	0.53	0.80

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
341	1700.00	0.26	0.00	0.53	0.79
342	1705.00	0.26	0.00	0.52	0.77
343	1710.00	0.25	0.00	0.51	0.76
344	1715.00	0.25	0.00	0.50	0.74
345	1720.00	0.24	0.00	0.49	0.73
346	1725.00	0.24	0.00	0.48	0.72
347	1730.00	0.23	0.00	0.47	0.70
348	1735.00	0.23	0.00	0.46	0.69
349	1740.00	0.22	0.00	0.45	0.67
350	1745.00	0.22	0.00	0.44	0.66
351	1750.00	0.21	0.00	0.44	0.65
352	1755.00	0.21	0.00	0.43	0.64
353	1760.00	0.20	0.00	0.42	0.62
354	1765.00	0.20	0.00	0.41	0.61
355	1770.00	0.19	0.00	0.41	0.60
356	1775.00	0.19	0.00	0.40	0.59
357	1780.00	0.19	0.00	0.39	0.58
358	1785.00	0.18	0.00	0.38	0.56
359	1790.00	0.18	0.00	0.38	0.55
360	1795.00	0.17	0.00	0.37	0.54
361	1800.00	0.17	0.00	0.36	0.53
362	1805.00	0.17	0.00	0.36	0.52
363	1810.00	0.16	0.00	0.35	0.51
364	1815.00	0.16	0.00	0.34	0.50
365	1820.00	0.16	0.00	0.34	0.49
366	1825.00	0.15	0.00	0.33	0.48
367	1830.00	0.15	0.00	0.32	0.47
368	1835.00	0.14	0.00	0.32	0.46
369	1840.00	0.14	0.00	0.31	0.45
370	1845.00	0.14	0.00	0.30	0.44
371	1850.00	0.14	0.00	0.30	0.43
372	1855.00	0.13	0.00	0.29	0.43
373	1860.00	0.13	0.00	0.29	0.42
374	1865.00	0.13	0.00	0.28	0.41
375	1870.00	0.12	0.00	0.28	0.40
376	1875.00	0.12	0.00	0.27	0.39
377	1880.00	0.12	0.00	0.27	0.38
378	1885.00	0.12	0.00	0.26	0.38
379	1890.00	0.11	0.00	0.26	0.37
380	1895.00	0.11	0.00	0.25	0.36
381	1900.00	0.11	0.00	0.25	0.35
382	1905.00	0.11	0.00	0.24	0.35
383	1910.00	0.10	0.00	0.24	0.34
384	1915.00	0.10	0.00	0.23	0.33
385	1920.00	0.10	0.00	0.23	0.33
386	1925.00	0.10	0.00	0.22	0.32
387	1930.00	0.09	0.00	0.22	0.31
388	1935.00	0.09	0.00	0.21	0.31
389	1940.00	0.09	0.00	0.21	0.30

No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
390	1945.00	0.09	0.00	0.21	0.29
391	1950.00	0.09	0.00	0.20	0.29
392	1955.00	0.08	0.00	0.20	0.28
393	1960.00	0.08	0.00	0.19	0.28
394	1965.00	0.08	0.00	0.19	0.27
395	1970.00	0.08	0.00	0.19	0.27
396	1975.00	0.08	0.00	0.18	0.26
397	1980.00	0.07	0.00	0.18	0.25
398	1985.00	0.07	0.00	0.18	0.25
399	1990.00	0.07	0.00	0.17	0.24
400	1995.00	0.07	0.00	0.17	0.24
401	2000.00	0.07	0.00	0.17	0.23
402	2005.00	0.07	0.00	0.16	0.23
403	2010.00	0.07	0.00	0.16	0.22
404	2015.00	0.06	0.00	0.16	0.22
405	2020.00	0.06	0.00	0.15	0.22
406	2025.00	0.06	0.00	0.15	0.21
407	2030.00	0.06	0.00	0.15	0.21
408	2035.00	0.06	0.00	0.14	0.20
409	2040.00	0.06	0.00	0.14	0.20
410	2045.00	0.06	0.00	0.14	0.19
411	2050.00	0.05	0.00	0.14	0.19
412	2055.00	0.05	0.00	0.13	0.19
413	2060.00	0.05	0.00	0.13	0.18
414	2065.00	0.05	0.00	0.13	0.18
415	2070.00	0.05	0.00	0.12	0.17
416	2075.00	0.05	0.00	0.12	0.17
417	2080.00	0.05	0.00	0.12	0.17
418	2085.00	0.05	0.00	0.12	0.16
419	2090.00	0.05	0.00	0.12	0.16
420	2095.00	0.04	0.00	0.11	0.16
421	2100.00	0.04	0.00	0.11	0.15
422	2105.00	0.04	0.00	0.11	0.15
423	2110.00	0.04	0.00	0.11	0.15
424	2115.00	0.04	0.00	0.10	0.14
425	2120.00	0.04	0.00	0.10	0.14
426	2125.00	0.04	0.00	0.10	0.14
427	2130.00	0.04	0.00	0.10	0.14
428	2135.00	0.04	0.00	0.10	0.13
429	2140.00	0.04	0.00	0.09	0.13
430	2145.00	0.03	0.00	0.09	0.13
431	2150.00	0.03	0.00	0.09	0.12
432	2155.00	0.03	0.00	0.09	0.12
433	2160.00	0.03	0.00	0.09	0.12
434	2165.00	0.03	0.00	0.08	0.12
435	2170.00	0.03	0.00	0.08	0.11
436	2175.00	0.03	0.00	0.08	0.11
437	2180.00	0.03	0.00	0.08	0.11
438	2185.00	0.03	0.00	0.08	0.11

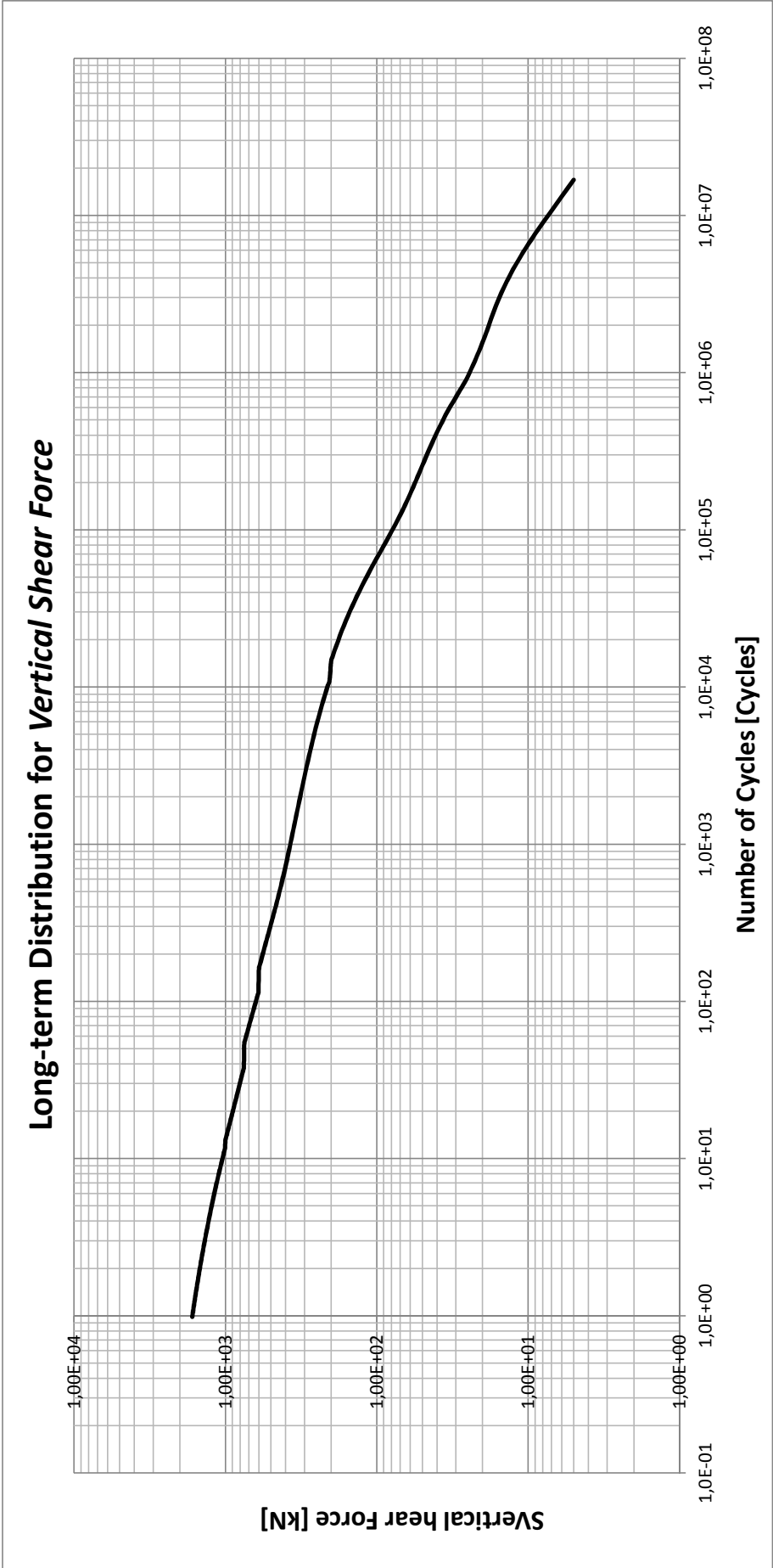
No	SF [kN]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
439	2190.00	0.03	0.00	0.08	0.10
440	2195.00	0.03	0.00	0.07	0.10
441	2200.00	0.03	0.00	0.07	0.10
442	2205.00	0.03	0.00	0.07	0.10
443	2210.00	0.03	0.00	0.07	0.10
444	2215.00	0.03	0.00	0.07	0.09
445	2220.00	0.02	0.00	0.07	0.09
446	2225.00	0.02	0.00	0.07	0.09
447	2230.00	0.02	0.00	0.06	0.09
448	2235.00	0.02	0.00	0.06	0.09
449	2240.00	0.02	0.00	0.06	0.08
450	2245.00	0.02	0.00	0.06	0.08
451	2250.00	0.02	0.00	0.06	0.08
452	2255.00	0.02	0.00	0.06	0.08
453	2260.00	0.02	0.00	0.06	0.08
454	2265.00	0.02	0.00	0.06	0.08
455	2270.00	0.02	0.00	0.05	0.07
456	2275.00	0.02	0.00	0.05	0.07
457	2280.00	0.02	0.00	0.05	0.07
458	2285.00	0.02	0.00	0.05	0.07
459	2290.00	0.02	0.00	0.05	0.07
460	2295.00	0.02	0.00	0.05	0.07
461	2300.00	0.02	0.00	0.05	0.07
462	2305.00	0.02	0.00	0.05	0.06
463	2310.00	0.02	0.00	0.05	0.06
464	2315.00	0.02	0.00	0.05	0.06
465	2320.00	0.02	0.00	0.04	0.06
466	2325.00	0.02	0.00	0.04	0.06
467	2330.00	0.01	0.00	0.04	0.06
468	2335.00	0.01	0.00	0.04	0.06
469	2340.00	0.01	0.00	0.04	0.06
470	2345.00	0.01	0.00	0.03	0.05
471	2350.00	0.01	0.00	0.03	0.05
472	2355.00	0.01	0.00	0.03	0.04
473	2360.00	0.01	0.00	0.03	0.04
474	2365.00	0.01	0.00	0.03	0.04
475	2370.00	0.01	0.00	0.03	0.04
476	2375.00	0.01	0.00	0.03	0.04
477	2380.00	0.01	0.00	0.03	0.04
478	2385.00	0.01	0.00	0.03	0.04
479	2390.00	0.01	0.00	0.03	0.04
480	2395.00	0.01	0.00	0.03	0.04
481	2400.00	0.01	0.00	0.03	0.04
482	2405.00	0.01	0.00	0.03	0.04
483	2410.00	0.01	0.00	0.02	0.04
484	2415.00	0.01	0.00	0.02	0.03
485	2420.00	0.01	0.00	0.02	0.03
486	2425.00	0.01	0.00	0.02	0.03
487	2430.00	0.01	0.00	0.02	0.03

Interval = 5 kN

Total Occurrence = 3.33.E+07 Cycles

SF Ekstrem = 1650.763 kN

Interpolasi Linier	
1.003	1650.0
1.00000	Y
0.983	1655.0
	1650.76



No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
1	0.00	-	-	-	-
2	0.10	5,998,805.44	2,796,836.62	5,340,254.83	14,135,896.89
3	0.20	1,243,037.07	296,881.89	1,160,033.50	2,699,952.45
4	0.30	505,325.35	74,572.16	461,692.31	1,041,589.82
5	0.40	260,623.22	25,545.14	245,145.23	531,313.60
6	0.50	163,535.68	9,905.52	149,638.95	323,080.15
7	0.60	109,984.23	4,245.63	97,969.27	212,199.13
8	0.70	78,157.44	1,960.26	70,167.83	150,285.53
9	0.80	59,342.96	934.84	55,534.29	115,812.10
10	0.90	48,614.56	454.87	47,693.80	96,763.22
11	1.00	42,525.28	226.36	42,868.32	85,619.96
12	1.10	38,717.20	114.93	39,167.24	77,999.37
13	1.20	35,852.48	59.09	35,869.89	71,781.45
14	1.30	33,329.76	30.57	32,800.54	66,160.87
15	1.40	30,950.60	15.89	29,966.52	60,933.02
16	1.50	28,687.47	8.30	27,406.48	56,102.25
17	1.60	26,565.06	4.37	25,143.37	51,712.79
18	1.70	24,612.28	2.32	23,176.78	47,791.37
19	1.80	22,847.12	1.24	21,487.08	44,335.45
20	1.90	21,274.33	0.67	20,042.35	41,317.36
21	2.00	19,887.32	0.36	18,804.95	38,692.63
22	2.10	18,671.37	0.20	17,736.79	36,408.36
23	2.20	17,606.90	0.11	16,802.98	34,409.99
24	2.30	16,672.31	0.06	15,973.86	32,646.22
25	2.40	15,846.18	0.03	15,225.66	31,071.87
26	2.50	15,108.81	0.02	14,540.35	29,649.18
27	2.60	14,443.12	0.01	13,904.82	28,347.95
28	2.70	13,834.93	0.01	13,309.89	27,144.82
29	2.80	13,273.01	0.00	12,749.26	26,022.28
30	2.90	12,748.72	0.00	12,218.69	24,967.41
31	3.00	12,255.62	0.00	11,715.18	23,970.80
32	3.10	11,789.02	0.00	11,236.54	23,025.55
33	3.20	11,345.51	0.00	10,780.97	22,126.48
34	3.30	10,922.64	0.00	10,346.90	21,269.54
35	3.40	10,518.58	0.00	9,932.84	20,451.42
36	3.50	10,131.89	0.00	9,537.36	19,669.26
37	3.60	9,761.40	0.00	9,159.06	18,920.47
38	3.70	9,406.07	0.00	8,796.61	18,202.69
39	3.80	9,064.94	0.00	8,448.76	17,513.70
40	3.90	8,737.10	0.00	8,114.34	16,851.44
41	4.00	8,421.69	0.00	7,792.32	16,214.02
42	4.10	1,391.36	0.00	7,481.80	8,873.16
43	4.20	1,286.02	0.00	7,182.00	8,468.02
44	4.30	1,193.52	0.00	6,892.24	8,085.77
45	4.40	1,112.30	0.00	6,612.01	7,724.30
46	4.50	1,040.92	0.00	6,340.84	7,381.76
47	4.60	978.09	0.00	6,078.39	7,056.48
48	4.70	922.65	0.00	5,824.37	6,747.01
49	4.80	873.56	0.00	5,578.55	6,452.11
50	4.90	829.93	0.00	5,340.74	6,170.68
51	5.00	790.97	0.00	5,110.80	5,901.77
52	5.10	756.00	0.00	4,888.58	5,644.58
53	5.20	724.43	0.00	4,673.97	5,398.39
54	5.30	695.78	0.00	4,466.83	5,162.61
55	5.40	669.62	0.00	4,267.05	4,936.67
56	5.50	645.61	0.00	4,074.51	4,720.12
57	5.60	623.45	0.00	3,889.07	4,512.52
58	5.70	602.90	0.00	3,710.60	4,313.50
59	5.80	583.75	0.00	3,538.96	4,122.71

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
60	5.90	565.84	0.00	3,373.98	3,939.81
61	6.00	549.01	0.00	3,215.51	3,764.52
62	6.10	533.15	0.00	3,063.39	3,596.55
63	6.20	518.17	0.00	2,917.46	3,435.63
64	6.30	503.97	0.00	2,777.53	3,281.50
65	6.40	490.48	0.00	2,643.43	3,133.91
66	6.50	477.64	0.00	2,515.00	2,992.64
67	6.60	465.40	0.00	2,392.05	2,857.45
68	6.70	453.70	0.00	2,274.42	2,728.12
69	6.80	442.50	0.00	2,161.93	2,604.43
70	6.90	431.77	0.00	2,054.42	2,486.18
71	7.00	421.46	0.00	1,951.71	2,373.17
72	7.10	411.55	0.00	1,853.64	2,265.19
73	7.20	402.02	0.00	1,760.04	2,162.06
74	7.30	392.82	0.00	1,670.77	2,063.60
75	7.40	383.95	0.00	1,585.66	1,969.61
76	7.50	375.37	0.00	1,504.57	1,879.94
77	7.60	367.07	0.00	1,427.34	1,794.41
78	7.70	359.03	0.00	1,353.82	1,712.85
79	7.80	351.23	0.00	1,283.89	1,635.12
80	7.90	343.66	0.00	1,217.38	1,561.04
81	8.00	336.30	0.00	1,154.18	1,490.49
82	8.10	329.14	0.00	1,094.15	1,423.30
83	8.20	322.18	0.00	1,037.16	1,359.34
84	8.30	315.39	0.00	983.08	1,298.47
85	8.40	308.77	0.00	931.79	1,240.56
86	8.50	302.32	0.00	883.17	1,185.49
87	8.60	296.02	0.00	837.10	1,133.12
88	8.70	289.87	0.00	793.47	1,083.34
89	8.80	283.86	0.00	752.17	1,036.04
90	8.90	277.99	0.00	713.10	991.09
91	9.00	272.26	0.00	676.14	948.40
92	9.10	266.65	0.00	641.21	907.86
93	9.20	261.16	0.00	608.19	869.36
94	9.30	255.80	0.00	577.01	832.81
95	9.40	250.56	0.00	547.56	798.11
96	9.50	245.43	0.00	519.76	765.19
97	9.60	240.42	0.00	493.52	733.94
98	9.70	235.51	0.00	468.77	704.28
99	9.80	230.72	0.00	445.43	676.14
100	9.90	226.03	0.00	423.42	649.44
101	10.00	221.44	0.00	402.67	624.11
102	10.10	216.96	0.00	383.11	600.07
103	10.20	212.57	0.00	364.68	577.25
104	10.30	208.29	0.00	347.31	555.60
105	10.40	204.10	0.00	330.95	535.05
106	10.50	200.01	0.00	315.54	515.55
107	10.60	196.01	0.00	301.02	497.02
108	10.70	192.10	0.00	287.34	479.44
109	10.80	188.28	0.00	274.45	462.73
110	10.90	184.54	0.00	262.32	446.86
111	11.00	180.89	0.00	250.88	431.77
112	11.10	177.33	0.00	240.10	417.43
113	11.20	173.85	0.00	229.94	403.79
114	11.30	170.44	0.00	220.37	390.81
115	11.40	167.12	0.00	211.35	378.46
116	11.50	163.87	0.00	202.83	366.70
117	11.60	160.69	0.00	194.80	355.50
118	11.70	157.59	0.00	187.23	344.82
119	11.80	154.56	0.00	180.07	334.63

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
120	11.90	151.59	0.00	173.32	324.91
121	12.00	148.70	0.00	166.94	315.63
122	12.10	145.86	0.00	155.40	301.26
123	12.20	143.09	0.00	150.14	293.23
124	12.30	140.39	0.00	145.16	285.54
125	12.40	137.74	0.00	140.43	278.17
126	12.50	135.15	0.00	135.94	271.09
127	12.60	132.62	0.00	131.67	264.29
128	12.70	130.14	0.00	127.61	257.75
129	12.80	127.71	0.00	123.75	251.47
130	12.90	125.34	0.00	120.08	245.42
131	13.00	123.02	0.00	116.57	239.59
132	13.10	120.74	0.00	113.23	233.97
133	13.20	118.52	0.00	110.03	228.55
134	13.30	116.33	0.00	106.98	223.31
135	13.40	114.20	0.00	104.06	218.26
136	13.50	112.10	0.00	101.26	213.36
137	13.60	110.05	0.00	98.58	208.63
138	13.70	108.04	0.00	96.01	204.05
139	13.80	106.07	0.00	93.54	199.61
140	13.90	104.14	0.00	91.16	195.30
141	14.00	102.24	0.00	88.88	191.12
142	14.10	100.39	0.00	86.68	187.07
143	14.20	98.56	0.00	84.56	183.13
144	14.30	96.78	0.00	82.52	179.30
145	14.40	95.02	0.00	80.55	175.57
146	14.50	93.30	0.00	78.64	171.94
147	14.60	91.61	0.00	76.80	168.41
148	14.70	89.95	0.00	75.02	164.97
149	14.80	88.33	0.00	73.29	161.62
150	14.90	86.73	0.00	71.62	158.35
151	15.00	85.16	0.00	70.00	155.16
152	15.10	83.46	0.00	68.41	151.87
153	15.20	81.97	0.00	66.88	148.85
154	15.30	80.50	0.00	65.40	145.90
155	15.40	79.05	0.00	63.96	143.01
156	15.50	77.63	0.00	62.56	140.19
157	15.60	76.23	0.00	61.20	137.43
158	15.70	74.86	0.00	59.88	134.74
159	15.80	73.51	0.00	58.59	132.10
160	15.90	72.19	0.00	57.33	129.52
161	16.00	70.88	0.00	56.11	126.99
162	16.10	69.60	0.00	54.91	124.51
163	16.20	68.34	0.00	53.75	122.09
164	16.30	67.11	0.00	52.61	119.72
165	16.40	65.89	0.00	51.51	117.40
166	16.50	64.70	0.00	50.42	115.12
167	16.60	63.53	0.00	49.37	112.90
168	16.70	62.37	0.00	48.34	110.71
169	16.80	61.24	0.00	47.33	108.58
170	16.90	60.13	0.00	46.35	106.48
171	17.00	59.04	0.00	45.39	104.43
172	17.10	57.96	0.00	44.46	102.42
173	17.20	56.91	0.00	43.54	100.45
174	17.30	55.87	0.00	42.64	98.52
175	17.40	54.85	0.00	41.77	96.62
176	17.50	53.85	0.00	40.92	94.77
177	17.60	52.87	0.00	40.08	92.95
178	17.70	51.91	0.00	39.26	91.17
179	17.80	50.96	0.00	38.47	89.43

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
180	17.90	50.03	0.00	37.69	87.72
181	18.00	49.12	0.00	36.92	86.04
182	18.10	48.22	0.00	36.18	84.40
183	18.20	47.34	0.00	35.45	82.79
184	18.30	46.48	0.00	34.74	81.21
185	18.40	45.63	0.00	34.04	79.67
186	18.50	44.80	0.00	33.36	78.15
187	18.60	43.98	0.00	32.69	76.67
188	18.70	43.18	0.00	32.04	75.21
189	18.80	42.39	0.00	31.40	73.79
190	18.90	41.58	0.00	29.88	71.46
191	19.00	40.83	0.00	29.31	70.14
192	19.10	40.08	0.00	28.76	68.84
193	19.20	39.36	0.00	28.21	67.57
194	19.30	38.64	0.00	27.68	66.32
195	19.40	37.94	0.00	27.16	65.10
196	19.50	37.26	0.00	26.64	63.90
197	19.60	36.58	0.00	26.14	62.72
198	19.70	35.92	0.00	25.65	61.57
199	19.80	35.27	0.00	25.17	60.44
200	19.90	34.63	0.00	24.70	59.33
201	20.00	34.01	0.00	24.24	58.25
202	20.10	33.35	0.00	23.78	57.13
203	20.20	32.75	0.00	23.34	56.09
204	20.30	32.17	0.00	22.90	55.07
205	20.40	31.59	0.00	22.48	54.07
206	20.50	31.02	0.00	22.07	53.09
207	20.60	30.47	0.00	21.66	52.13
208	20.70	29.93	0.00	21.26	51.19
209	20.80	29.39	0.00	20.87	50.26
210	20.90	28.87	0.00	20.49	49.36
211	21.00	28.35	0.00	20.11	48.47
212	21.10	27.85	0.00	19.75	47.60
213	21.20	27.36	0.00	19.39	46.74
214	21.30	26.87	0.00	19.04	45.91
215	21.40	26.40	0.00	18.69	45.09
216	21.50	25.93	0.00	18.35	44.28
217	21.60	25.47	0.00	18.02	43.50
218	21.70	25.02	0.00	17.70	42.72
219	21.80	24.59	0.00	17.38	41.97
220	21.90	24.15	0.00	17.07	41.23
221	22.00	23.73	0.00	16.77	40.50
222	22.10	23.32	0.00	16.47	39.79
223	22.20	22.91	0.00	16.18	39.09
224	22.30	22.51	0.00	15.89	38.40
225	22.40	22.12	0.00	15.61	37.73
226	22.50	21.74	0.00	15.34	37.08
227	22.60	21.36	0.00	15.07	36.43
228	22.70	20.99	0.00	14.81	35.80
229	22.80	20.63	0.00	14.55	35.18
230	22.90	20.28	0.00	14.30	34.57
231	23.00	19.93	0.00	14.05	33.98
232	23.10	19.59	0.00	13.81	33.40
233	23.20	19.26	0.00	13.57	32.82
234	23.30	18.93	0.00	13.34	32.26
235	23.40	18.61	0.00	13.11	31.72
236	23.50	18.29	0.00	12.88	31.18
237	23.60	17.98	0.00	12.67	30.65
238	23.70	17.68	0.00	12.45	30.13
239	23.80	17.38	0.00	12.24	29.63

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
240	23.90	17.09	0.00	11.83	28.93
241	24.00	16.81	0.00	11.64	28.45
242	24.10	16.53	0.00	11.45	27.97
243	24.20	16.25	0.00	11.26	27.51
244	24.30	15.98	0.00	11.07	27.06
245	24.40	15.72	0.00	10.89	26.61
246	24.50	15.46	0.00	10.72	26.18
247	24.60	15.21	0.00	10.54	25.75
248	24.70	14.96	0.00	10.37	25.33
249	24.80	14.71	0.00	10.21	24.92
250	24.90	14.47	0.00	10.04	24.52
251	25.00	14.24	0.00	9.88	24.12
252	25.10	14.00	-	9.73	23.73
253	25.20	13.78	-	9.57	23.35
254	25.30	13.56	-	9.42	22.98
255	25.40	13.34	-	9.27	22.61
256	25.50	13.12	-	9.13	22.25
257	25.60	12.92	-	8.99	21.90
258	25.70	12.71	-	8.85	21.56
259	25.80	12.51	-	8.71	21.22
260	25.90	12.31	-	8.58	20.89
261	26.00	12.12	-	8.44	20.56
262	26.10	11.93	-	8.32	20.24
263	26.20	11.74	-	8.19	19.93
264	26.30	11.56	-	8.06	19.62
265	26.40	11.38	-	7.94	19.32
266	26.50	11.20	-	7.82	19.02
267	26.60	11.03	-	7.71	18.73
268	26.70	10.86	-	7.59	18.45
269	26.80	10.69	-	7.48	18.17
270	26.90	10.53	-	7.37	17.90
271	27.00	10.37	-	7.26	17.63
272	27.10	10.21	-	7.15	17.36
273	27.20	10.05	-	7.05	17.10
274	27.30	9.90	-	6.95	16.85
275	27.40	9.75	-	6.85	16.60
276	27.50	9.61	-	6.75	16.35
277	27.60	9.46	-	6.65	16.11
278	27.70	9.32	-	6.55	15.88
279	27.80	9.18	-	6.46	15.65
280	27.90	9.05	-	5.53	14.58
281	28.00	8.92	-	5.47	14.39
282	28.10	8.78	-	5.42	14.20
283	28.20	8.66	-	5.36	14.01
284	28.30	8.53	-	5.30	13.83
285	28.40	8.41	-	5.25	13.65
286	28.50	8.28	-	5.19	13.47
287	28.60	8.16	-	5.13	13.30
288	28.70	8.05	-	5.08	13.13
289	28.80	7.93	-	5.02	12.96
290	28.90	7.82	-	4.97	12.79
291	29.00	7.71	-	4.92	12.62
292	29.10	7.60	-	4.86	12.46
293	29.20	7.49	-	4.81	12.30
294	29.30	7.38	-	4.76	12.15
295	29.40	7.28	-	4.71	11.99
296	29.50	7.18	-	4.66	11.84
297	29.60	7.08	-	4.61	11.69
298	29.70	6.98	-	4.56	11.54
299	29.80	6.88	-	4.51	11.39

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
300	29.90	6.79	-	4.46	11.25
301	30.00	6.70	-	4.41	11.11
302	30.10	6.60	-	4.36	10.97
303	30.20	6.51	-	4.31	10.83
304	30.30	6.42	-	4.27	10.69
305	30.40	6.34	-	4.22	10.56
306	30.50	6.25	-	4.17	10.42
307	30.60	6.17	-	4.13	10.29
308	30.70	6.08	-	4.08	10.17
309	30.80	6.00	-	4.04	10.04
310	30.90	5.92	-	3.99	9.91
311	31.00	5.84	-	3.95	9.79
312	31.10	5.77	-	3.90	9.67
313	31.20	5.69	-	3.86	9.55
314	31.30	5.62	-	3.82	9.43
315	31.40	5.54	-	3.77	9.32
316	31.50	5.47	-	3.73	9.20
317	31.60	5.40	-	3.69	9.09
318	31.70	5.33	-	3.65	8.98
319	31.80	5.26	-	3.61	8.87
320	31.90	5.19	-	3.57	8.76
321	32.00	5.12	-	3.53	8.65
322	32.10	5.06	-	3.49	8.55
323	32.20	4.99	-	3.45	8.44
324	32.30	4.93	-	3.41	8.34
325	32.40	4.87	-	3.37	8.24
326	32.50	4.81	-	3.33	8.14
327	32.60	4.74	-	3.29	8.04
328	32.70	4.68	-	3.26	7.94
329	32.80	4.63	-	3.22	7.84
330	32.90	4.57	-	3.18	7.75
331	33.00	4.51	-	3.15	7.66
332	33.10	4.45	-	3.11	7.56
333	33.20	4.40	-	3.07	7.47
334	33.30	4.34	-	3.04	7.38
335	33.40	4.29	-	3.00	7.29
336	33.50	4.24	-	2.97	7.21
337	33.60	4.18	-	2.93	7.12
338	33.70	4.13	-	2.90	7.03
339	33.80	4.08	-	2.87	6.95
340	33.90	4.03	-	2.04	6.07
341	34.00	3.98	-	2.02	6.00
342	34.10	3.93	-	2.00	5.94
343	34.20	3.89	-	1.98	5.87
344	34.30	3.84	-	1.97	5.80
345	34.40	3.79	-	1.95	5.74
346	34.50	3.75	-	1.93	5.68
347	34.60	3.70	-	1.91	5.61
348	34.70	3.66	-	1.89	5.55
349	34.80	3.61	-	1.87	5.49
350	34.90	3.57	-	1.86	5.43
351	35.00	3.53	-	1.84	5.37
352	35.10	3.48	-	1.82	5.31
353	35.20	3.44	-	1.80	5.25
354	35.30	3.40	-	1.79	5.19
355	35.40	3.36	-	1.77	5.13
356	35.50	3.32	-	1.75	5.07
357	35.60	3.28	-	1.73	5.02
358	35.70	3.24	-	1.72	4.96
359	35.80	3.21	-	1.70	4.91

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
360	35.90	3.17	-	1.68	4.85
361	36.00	3.13	-	1.67	4.80
362	36.10	3.09	-	1.65	4.74
363	36.20	3.06	-	1.64	4.69
364	36.30	3.02	-	1.62	4.64
365	36.40	2.99	-	1.60	4.59
366	36.50	2.95	-	1.59	4.54
367	36.60	2.92	-	1.57	4.49
368	36.70	2.88	-	1.56	4.44
369	36.80	2.85	-	1.54	4.39
370	36.90	2.81	-	1.52	4.34
371	37.00	2.78	-	1.51	4.29
372	37.10	2.75	-	1.49	4.24
373	37.20	2.72	-	1.48	4.20
374	37.30	2.69	-	1.46	4.15
375	37.40	2.65	-	1.45	4.10
376	37.50	2.62	-	1.43	4.06
377	37.60	2.59	-	1.42	4.01
378	37.70	2.56	-	1.40	3.97
379	37.80	2.53	-	1.39	3.92
380	37.90	2.50	-	1.38	3.88
381	38.00	2.47	-	1.36	3.84
382	38.10	2.45	-	1.35	3.79
383	38.20	2.42	-	1.33	3.75
384	38.30	2.39	-	1.32	3.71
385	38.40	2.36	-	1.30	3.67
386	38.50	2.33	-	1.29	3.63
387	38.60	2.31	-	1.28	3.59
388	38.70	2.28	-	1.26	3.55
389	38.80	2.25	-	1.25	3.51
390	38.90	2.23	-	1.24	3.47
391	39.00	2.20	-	1.22	3.43
392	39.10	2.18	-	1.21	3.39
393	39.20	2.15	-	1.20	3.35
394	39.30	2.13	-	1.19	3.31
395	39.40	2.10	-	1.17	3.28
396	39.50	2.08	-	1.16	3.24
397	39.60	2.05	-	1.15	3.20
398	39.70	2.03	-	1.14	3.17
399	39.80	2.01	-	1.12	3.13
400	39.90	1.98	-	1.11	3.09
401	40.00	1.96	-	1.10	3.06
402	40.10	1.94	-	1.09	3.02
403	40.20	1.92	-	1.07	2.99
404	40.30	1.89	-	1.06	2.96
405	40.40	1.87	-	1.05	2.92
406	40.50	1.85	-	1.04	2.89
407	40.60	1.83	-	1.03	2.86
408	40.70	1.81	-	1.02	2.82
409	40.80	1.79	-	1.01	2.79
410	40.90	1.77	-	0.99	2.76
411	41.00	1.74	-	0.98	2.73
412	41.10	1.72	-	0.97	2.70
413	41.20	1.70	-	0.96	2.67
414	41.30	1.68	-	0.95	2.64
415	41.40	1.66	-	0.94	2.61
416	41.50	1.65	-	0.93	2.58
417	41.60	1.63	-	0.92	2.55
418	41.70	1.61	-	0.91	2.52
419	41.80	1.59	-	0.90	2.49

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
420	41.90	1.57	-	0.89	2.46
421	42.00	1.55	-	0.88	2.43
422	42.10	1.53	-	0.87	2.40
423	42.20	1.52	-	0.86	2.37
424	42.30	1.50	-	0.85	2.35
425	42.40	1.48	-	0.84	2.32
426	42.50	1.46	-	0.83	2.29
427	42.60	1.45	-	0.82	2.27
428	42.70	1.43	-	0.81	2.24
429	42.80	1.41	-	0.80	2.21
430	42.90	1.40	-	0.79	2.19
431	43.00	1.38	-	0.78	2.16
432	43.10	1.36	-	0.77	2.14
433	43.20	1.35	-	0.77	2.11
434	43.30	1.33	-	0.76	2.09
435	43.40	1.32	-	0.75	2.06
436	43.50	1.30	-	0.74	2.04
437	43.60	1.28	-	0.73	2.01
438	43.70	1.27	-	0.72	1.99
439	43.80	1.25	-	0.71	1.97
440	43.90	1.24	-	0.70	1.94
441	44.00	1.22	-	0.70	1.92
442	44.10	1.21	-	0.69	1.90
443	44.20	1.20	-	0.68	1.88
444	44.30	1.18	-	0.67	1.85
445	44.40	1.17	-	0.66	1.83
446	44.50	1.15	-	0.66	1.81
447	44.60	1.14	-	0.65	1.79
448	44.70	1.13	-	0.64	1.77
449	44.80	1.11	-	0.63	1.75
450	44.90	1.10	-	0.63	1.72
451	45.00	1.09	-	0.62	1.70
452	45.10	1.07	-	0.61	1.68
453	45.20	1.06	-	0.60	1.66
454	45.30	1.05	-	0.60	1.64
455	45.40	1.03	-	0.59	1.62
456	45.50	1.02	-	0.58	1.60
457	45.60	1.01	-	0.57	1.58
458	45.70	1.00	-	0.57	1.57
459	45.80	0.99	-	0.56	1.55
460	45.90	0.97	-	0.55	1.53
461	46.00	0.96	-	0.55	1.51
462	46.10	0.95	-	0.54	1.49
463	46.20	0.94	-	0.53	1.47
464	46.30	0.93	-	0.53	1.46
465	46.40	0.92	-	0.52	1.44
466	46.50	0.91	-	0.51	1.42
467	46.60	0.89	-	0.51	1.40
468	46.70	0.88	-	0.50	1.39
469	46.80	0.87	-	0.50	1.37
470	46.90	0.86	-	0.37	1.23
471	47.00	0.85	-	0.36	1.21
472	47.10	0.84	-	0.36	1.20
473	47.20	0.83	-	0.35	1.18
474	47.30	0.82	-	0.35	1.17
475	47.40	0.81	-	0.34	1.15
476	47.50	0.80	-	0.34	1.14
477	47.60	0.79	-	0.33	1.13
478	47.70	0.78	-	0.33	1.11
479	47.80	0.77	-	0.33	1.10

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
480	47.90	0.76	-	0.32	1.08
481	48.00	0.75	-	0.32	1.07
482	48.10	0.74	-	0.31	1.06
483	48.20	0.73	-	0.31	1.04
484	48.30	0.73	-	0.31	1.03
485	48.40	0.72	-	0.30	1.02
486	48.50	0.71	-	0.30	1.01
487	48.60	0.70	-	0.29	0.99
488	48.70	0.69	-	0.29	0.98
489	48.80	0.68	-	0.29	0.97
490	48.90	0.67	-	0.28	0.96
491	49.00	0.67	-	0.28	0.95
492	49.10	0.66	-	0.28	0.93
493	49.20	0.65	-	0.27	0.92
494	49.30	0.64	-	0.27	0.91
495	49.40	0.63	-	0.27	0.90
496	49.50	0.62	-	0.26	0.89
497	49.60	0.62	-	0.26	0.88
498	49.70	0.61	-	0.26	0.87
499	49.80	0.60	-	0.25	0.85
500	49.90	0.59	-	0.25	0.84
501	50.00	0.59	-	0.25	0.83
502	50.10	0.58	-	0.24	0.82
503	50.20	0.57	-	0.24	0.81
504	50.30	0.57	-	0.24	0.80
505	50.40	0.56	-	0.23	0.79
506	50.50	0.55	-	0.23	0.78
507	50.60	0.54	-	0.23	0.77
508	50.70	0.54	-	0.23	0.76
509	50.80	0.53	-	0.22	0.75
510	50.90	0.52	-	0.22	0.74
511	51.00	0.52	-	0.22	0.73
512	51.10	0.51	-	0.21	0.72
513	51.20	0.50	-	0.21	0.72
514	51.30	0.50	-	0.21	0.71
515	51.40	0.49	-	0.21	0.70
516	51.50	0.49	-	0.20	0.69
517	51.60	0.48	-	0.20	0.68
518	51.70	0.47	-	0.20	0.67
519	51.80	0.47	-	0.20	0.66
520	51.90	0.46	-	0.19	0.65
521	52.00	0.46	-	0.19	0.65
522	52.10	0.45	-	0.19	0.64
523	52.20	0.44	-	0.19	0.63
524	52.30	0.44	-	0.18	0.62
525	52.40	0.43	-	0.18	0.61
526	52.50	0.43	-	0.18	0.61
527	52.60	0.42	-	0.18	0.60
528	52.70	0.42	-	0.17	0.59
529	52.80	0.41	-	0.17	0.58
530	52.90	0.41	-	0.17	0.58
531	53.00	0.40	-	0.17	0.57
532	53.10	0.40	-	0.16	0.56
533	53.20	0.39	-	0.16	0.55
534	53.30	0.39	-	0.16	0.55
535	53.40	0.38	-	0.16	0.54
536	53.50	0.38	-	0.16	0.53
537	53.60	0.37	-	0.15	0.53
538	53.70	0.37	-	0.15	0.52
539	53.80	0.36	-	0.15	0.51

No	VBM [MN. M]	n L (cycles)			
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	Σ Total
540	53.90	0.36	-	0.05	0.41
541	54.00	0.35	-	0.05	0.40
542	54.10	0.35	-	0.05	0.40
543	54.20	0.34	-	0.05	0.39
544	54.30	0.34	-	0.05	0.39
545	54.40	0.33	-	0.05	0.38
546	54.50	0.33	-	0.05	0.38
547	54.60	0.33	-	0.05	0.38
548	54.70	0.32	-	0.05	0.37
549	54.80	0.32	-	0.05	0.37
550	54.90	0.31	-	0.05	0.36
551	55.00	0.31	-	0.05	0.36
552	55.10	0.31	-	0.05	0.35
553	55.20	0.30	-	0.05	0.35
554	55.30	0.30	-	0.05	0.34
555	55.40	0.29	-	0.05	0.34
556	55.50	0.29	-	0.05	0.34
557	55.60	0.29	-	0.05	0.33
558	55.70	0.28	-	0.04	0.33
559	55.80	0.28	-	0.04	0.32
560	55.90	0.28	-	0.04	0.32
561	56.00	0.27	-	0.04	0.32
562	56.10	0.27	-	0.04	0.31
563	56.20	0.26	-	0.04	0.31
564	56.30	0.26	-	0.04	0.30
565	56.40	0.26	-	0.04	0.30
566	56.50	0.25	-	0.04	0.30
567	56.60	0.25	-	0.04	0.29
568	56.70	0.25	-	0.04	0.29
569	56.80	0.24	-	0.04	0.29
570	56.90	0.24	-	0.04	0.28
571	57.00	0.24	-	0.04	0.28
572	57.10	0.24	-	0.04	0.28
573	57.20	0.23	-	0.04	0.27
574	57.30	0.23	-	0.04	0.27
575	57.40	0.23	-	0.04	0.26
576	57.50	0.22	-	0.04	0.26
577	57.60	0.22	-	0.04	0.26
578	57.70	0.22	-	0.04	0.26
579	57.80	0.21	-	0.04	0.25
580	57.90	0.21	-	0.04	0.25
581	58.00	0.21	-	0.04	0.25
582	58.10	0.21	-	0.04	0.24
583	58.20	0.20	-	0.04	0.24
584	58.30	0.20	-	0.04	0.24
585	58.40	0.20	-	0.04	0.23
586	58.50	0.20	-	0.04	0.23
587	58.60	0.19	-	0.03	0.23
588	58.70	0.19	-	0.03	0.23
589	58.80	0.19	-	0.03	0.22
590	58.90	0.19	-	0.03	0.22
591	59.00	0.18	-	0.03	0.22
592	59.10	0.18	-	0.03	0.21
593	59.20	0.18	-	0.03	0.21
594	59.30	0.18	-	0.03	0.21
595	59.40	0.17	-	0.03	0.21
596	59.50	0.17	-	0.03	0.20
597	59.60	0.17	-	0.03	0.20
598	59.70	0.17	-	0.03	0.20
599	59.80	0.16	-	0.03	0.20

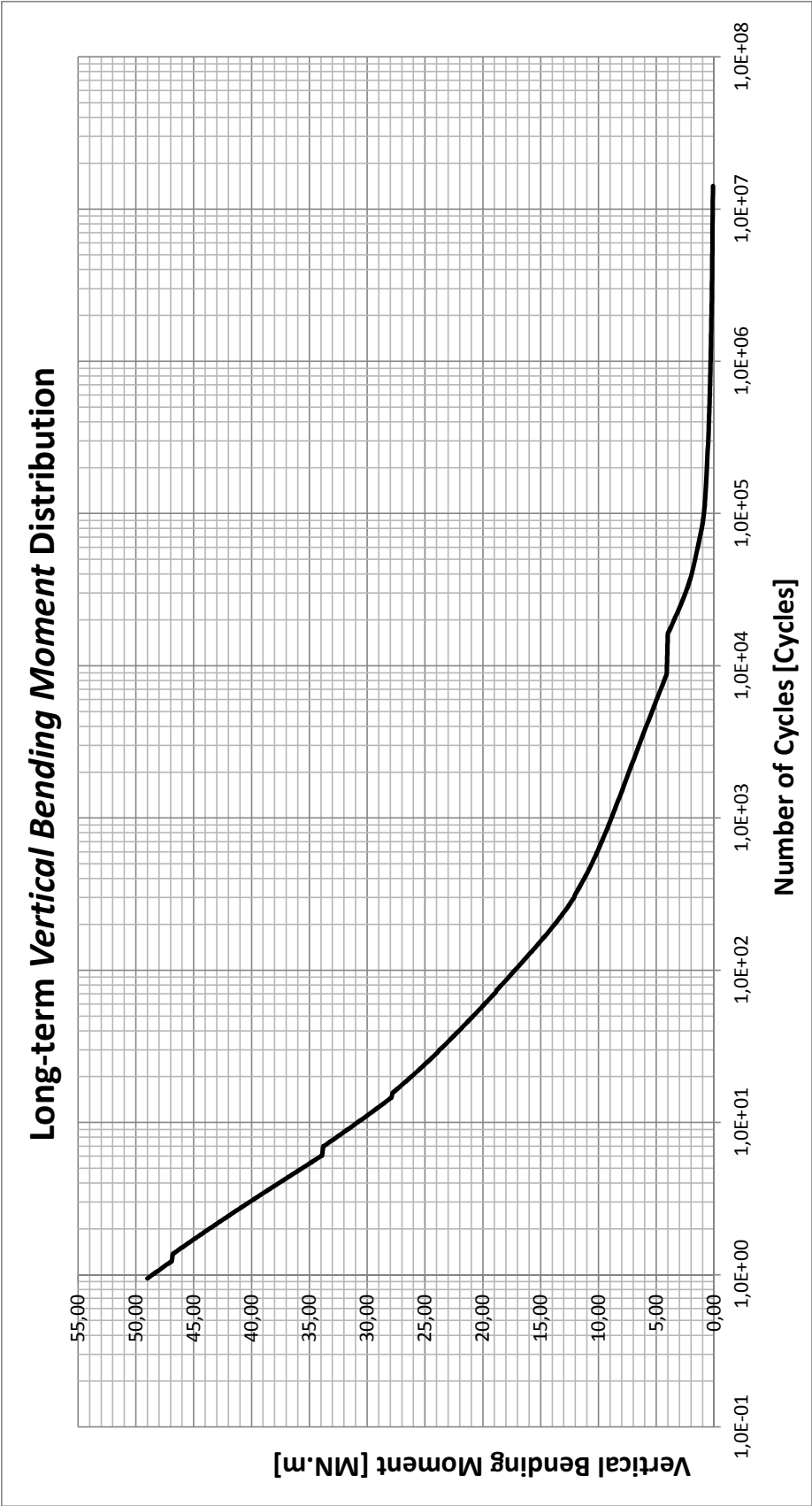
Interval = 0.1 MN.m

Total Occurence = 2.06.E+07 Cycles

VBM Ekstrem = 48.551 MN.m

Interpolasi Linier

1.006	48.5
1.00000	y
0.994	48.6
	48.55



No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)			Σ nL Total
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	
1	0.0	-	-	-	-
2	0.5	232,802,807.91	279,159,447.41	249,887,675.82	761,849,931.1485
3	1.0	368,882,416.85	425,553,701.18	390,619,050.53	1,185,055,168.5649
4	1.5	396,746,056.81	427,427,818.15	409,669,479.01	1,233,843,353.9722
5	2.0	341,917,595.65	338,847,704.79	342,146,789.32	1,022,912,089.7592
6	2.5	256,228,128.39	235,265,749.04	248,815,927.86	740,309,805.2843
7	3.0	179,702,930.82	158,055,829.29	171,193,240.76	508,952,000.8699
8	3.5	126,571,439.29	111,066,378.83	120,158,110.61	357,795,928.7322
9	4.0	93,528,806.76	83,007,793.82	89,198,997.80	265,735,598.3729
10	4.5	72,454,701.84	63,973,678.86	69,128,124.21	205,556,504.9109
11	5.0	57,343,068.66	49,281,079.81	54,265,048.07	160,889,196.5422
12	5.5	45,341,693.25	37,467,442.60	42,310,562.48	125,119,698.3351
13	6.0	35,480,325.54	28,130,690.34	32,586,412.73	96,197,428.6086
14	6.5	27,468,352.86	20,986,060.19	24,852,735.50	73,307,148.5560
15	7.0	21,124,433.40	15,672,672.69	18,875,510.70	55,672,616.7904
16	7.5	16,224,915.84	11,796,061.19	14,364,130.86	42,385,107.8909
17	8.0	12,511,338.05	8,991,200.39	11,011,698.54	32,514,236.9694
18	8.5	9,727,718.24	6,956,837.68	8,536,798.50	25,221,354.4157
19	9.0	7,647,646.14	5,463,579.33	6,705,505.29	19,816,730.7635
20	9.5	6,086,248.75	4,346,784.16	5,336,606.56	15,769,639.4752
21	10.0	4,901,220.07	3,493,259.34	4,296,926.46	12,691,405.8749
22	10.5	3,987,811.18	2,827,295.05	3,492,339.12	10,307,445.3518
23	11.0	3,271,425.01	2,298,766.56	2,858,039.07	8,428,230.6408
24	11.5	2,700,070.81	1,874,176.93	2,349,949.57	6,924,197.3107
25	12.0	2,237,835.55	1,530,489.25	1,937,986.18	5,706,310.9772
26	12.5	1,859,784.77	1,251,168.04	1,601,203.98	4,712,156.7893
27	13.0	1,548,268.58	1,023,777.60	1,324,526.22	3,896,572.4019
28	13.5	1,290,400.92	838,583.77	1,096,654.27	3,225,638.9655
29	14.0	1,076,420.99	687,755.14	908,787.21	2,672,963.3348
30	14.5	898,667.97	564,898.79	753,857.87	2,217,424.6293
31	15.0	750,955.04	464,771.61	626,078.82	1,841,805.4725
32	15.5	628,188.88	383,079.81	520,663.77	1,531,932.4593
33	16.0	526,132.67	316,322.61	433,643.84	1,276,099.1185
34	16.5	441,249.18	261,660.66	361,733.60	1,064,643.4377
35	17.0	370,587.27	216,801.72	302,223.74	889,612.7259
36	17.5	311,692.22	179,901.22	252,889.67	744,483.1099
37	18.0	262,530.05	149,477.11	211,911.78	623,918.9349
38	18.5	221,421.49	124,338.45	177,805.72	523,565.6604
39	19.0	186,984.15	103,526.57	149,362.30	439,873.0194
40	19.5	158,081.95	86,267.58	125,596.43	369,945.9674
41	20.0	133,781.78	71,934.45	105,704.56	311,420.8016
42	20.5	113,316.73	60,017.04	89,029.75	262,363.5160
43	21.0	96,055.44	50,098.62	75,033.23	221,187.2911
44	21.5	81,476.96	41,837.39	63,271.70	186,586.0519
45	22.0	69,150.10	34,952.10	53,379.05	157,481.2460
46	22.5	58,716.88	29,210.53	45,051.91	132,979.3184
47	23.0	49,879.12	24,420.56	38,038.05	112,337.7357
48	23.5	42,387.68	20,422.89	32,127.21	94,937.7835
49	24.0	36,033.80	17,085.24	27,143.67	80,262.7051
50	24.5	30,642.11	14,297.66	22,940.28	67,880.0459
51	25.0	26,064.97	11,968.70	19,393.64	57,427.3141
52	25.5	22,177.89	10,022.23	16,400.15	48,600.2683
53	26.0	18,875.72	8,394.86	13,872.72	41,143.2956
54	26.5	16,069.58	7,033.79	11,738.10	34,841.4676
55	27.0	13,684.23	5,895.03	9,934.69	29,513.9519

No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)			Σ nL Total
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	
56	27.5	11,655.98	4,941.94	8,410.61	25,008.5275
57	28.0	9,930.87	4,143.96	7,122.17	21,197.0053
58	28.5	8,463.17	3,475.62	6,032.61	17,971.3952
59	29.0	7,214.09	2,915.68	5,110.92	15,240.6940
60	29.5	6,150.78	2,446.40	4,331.01	12,928.1879
61	30.0	5,245.33	2,053.00	3,670.86	10,969.1883
62	30.5	4,474.09	1,723.12	3,111.92	9,309.1271
63	31.0	3,816.98	1,446.43	2,638.54	7,901.9571
64	31.5	3,256.96	1,214.32	2,237.52	6,708.8060
65	32.0	2,779.57	1,019.55	1,897.72	5,696.8453
66	32.5	2,372.51	856.11	1,609.72	4,838.3385
67	33.0	2,025.34	718.92	1,365.58	4,109.8412
68	33.5	1,729.19	603.75	1,158.59	3,491.5281
69	34.0	1,476.50	507.07	983.06	2,966.6272
70	34.5	1,260.87	425.89	834.18	2,520.9428
71	35.0	1,076.82	357.73	707.91	2,142.4552
72	35.5	919.71	300.49	600.78	1,820.9830
73	36.0	785.58	252.42	509.90	1,547.8985
74	36.5	671.05	212.05	432.79	1,315.8881
75	37.0	573.26	178.14	367.35	1,118.7502
76	37.5	489.74	149.66	311.83	951.2246
77	38.0	418.41	125.74	264.71	808.8483
78	38.5	357.48	105.64	224.71	687.8339
79	39.0	305.44	88.76	190.77	584.9665
80	39.5	260.98	74.57	161.96	497.5169
81	40.0	223.01	62.65	137.51	423.1678
82	40.5	190.56	52.64	116.75	359.9512
83	41.0	162.84	44.23	99.12	306.1958
84	41.5	139.16	37.16	84.16	260.4818
85	42.0	118.92	31.22	71.46	221.6031
86	42.5	101.63	26.23	60.68	188.5352
87	43.0	86.86	22.03	51.52	160.4074
88	43.5	74.23	18.51	43.74	136.4801
89	44.0	63.44	15.54	37.14	116.1246
90	44.5	54.22	13.05	31.53	98.8065
91	45.0	46.34	10.96	26.77	84.0718
92	45.5	39.60	9.20	22.73	71.5345
93	46.0	33.84	7.73	19.30	60.8663
94	46.5	28.92	6.49	16.38	51.7882
95	47.0	24.71	5.44	13.90	44.0631
96	47.5	21.12	4.57	11.80	37.4890
97	48.0	18.05	3.83	10.02	31.8944
98	48.5	15.42	3.22	8.50	27.1333
99	49.0	13.17	2.70	7.21	23.0816
100	49.5	11.25	2.26	6.12	19.6336
101	50.0	9.61	1.90	5.19	16.6994
102	50.5	8.21	1.59	4.40	14.2024
103	51.0	7.01	1.33	3.73	12.0777
104	51.5	5.99	1.12	3.17	10.2698
105	52.0	5.11	0.93	2.68	8.7315
106	52.5	4.37	0.78	2.27	7.4228
107	53.0	3.73	0.65	1.93	6.3094
108	53.5	3.18	0.55	1.63	5.3622
109	54.0	2.71	0.46	1.38	4.5566
110	54.5	2.32	0.38	1.17	3.8714
111	55.0	1.98	0.32	0.99	3.2887
112	55.5	1.69	0.27	0.84	2.7932

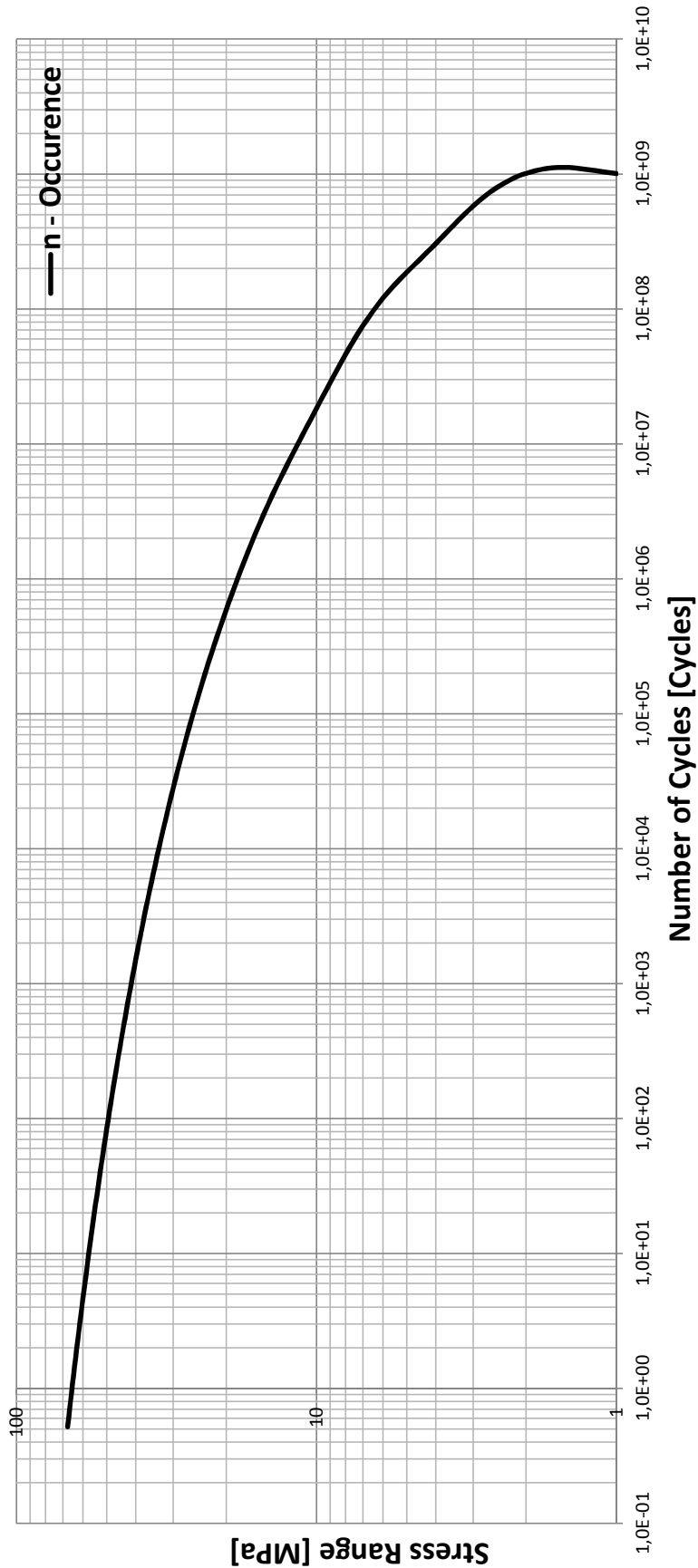
No	Stress Range [MPa]	n L (cycles)			Σ nL Total
		Σ Head Sea	Σ Beam Sea	Σ Following Sea	
113	56.0	1.44	0.22	0.71	2.3719
114	56.5	1.23	0.19	0.60	2.0138
115	57.0	1.04	0.16	0.51	1.7094
116	57.5	0.89	0.13	0.43	1.4507
117	58.0	0.76	0.11	0.36	1.2308
118	58.5	0.65	0.09	0.31	1.0440
119	59.0	0.55	0.08	0.26	0.8854
120	59.5	0.47	0.06	0.22	0.7506
121	60.0	0.40	0.05	0.19	0.6362
122	60.5	0.34	0.04	0.16	0.5391
123	61.0	0.29	0.04	0.13	0.4567
124	61.5	0.25	0.03	0.11	0.3867
125	62.0	0.21	0.02	0.09	0.3274
126	62.5	0.18	0.02	0.08	0.2770
127	63.0	0.15	0.02	0.07	0.2344
128	63.5	0.13	0.01	0.06	0.1982
129	64.0	0.11	0.01	0.05	0.1675
130	64.5	0.09	0.01	0.04	0.1416
131	65.0	0.08	0.01	0.03	0.1196
132	65.5	0.07	0.01	0.03	0.1010
133	66.0	0.06	0.01	0.02	0.0852
134	66.5	0.05	0.00	0.02	0.0719
135	67.0	0.04	0.00	0.02	0.0606
136	67.5	0.03	0.00	0.01	0.0511
137	68.0	0.03	0.00	0.01	0.0430
138	68.5	0.02	0.00	0.01	0.0362
139	69.0	0.02	0.00	0.01	0.0305
140	69.5	0.02	0.00	0.01	0.0257
141	70.0	0.01	0.00	0.01	0.0216
142	70.5	0.01	0.00	0.00	0.0181
143	71.0	0.01	0.00	0.00	0.0152
144	71.5	0.01	0.00	0.00	0.0128
145	72.0	0.01	0.00	0.00	0.0107
146	72.5	0.01	0.00	0.00	0.0090
147	73.0	0.01	0.00	0.00	0.0075
148	73.5	0.00	0.00	0.00	0.0063
149	74.0	0.00	0.00	0.00	0.0053
150	74.5	0.00	0.00	0.00	0.0044
151	75.0	0.00	0.00	0.00	0.0037
152	75.5	0.00	0.00	0.00	0.0031
153	76.0	0.00	0.00	0.00	0.0026
154	76.5	0.00	0.00	0.00	0.0021
155	77.0	0.00	0.00	0.00	0.0018
156	77.5	0.00	0.00	0.00	0.0015
157	78.0	0.00	0.00	0.00	0.0012
158	78.5	0.00	0.00	0.00	0.0010
159	79.0	0.00	0.00	0.00	0.0009
160	79.5	0.00	0.00	0.00	0.0007
161	80.0	0.00	0.00	0.00	0.0006
162	80.5	0.00	0.00	0.00	0.0005
163	81.0	0.00	0.00	0.00	0.0004
164	81.5	0.00	0.00	0.00	0.0003
165	82.0	0.00	0.00	0.00	0.0003
166	82.5	0.00	0.00	0.00	0.0002
167	83.0	0.00	0.00	0.00	0.0002
168	83.5	0.00	0.00	0.00	0.0002
169	84.0	0.00	0.00	0.00	0.0001

Interval = 0.5 MPa
Total Occurrence = 7.02.E+09 Cycles
Tegangan Ekstren = 65.290 MPa

Interpolasi Linier

1.086	65
1	Y
0.938	66
	65.29

Long-term Stress Distribution



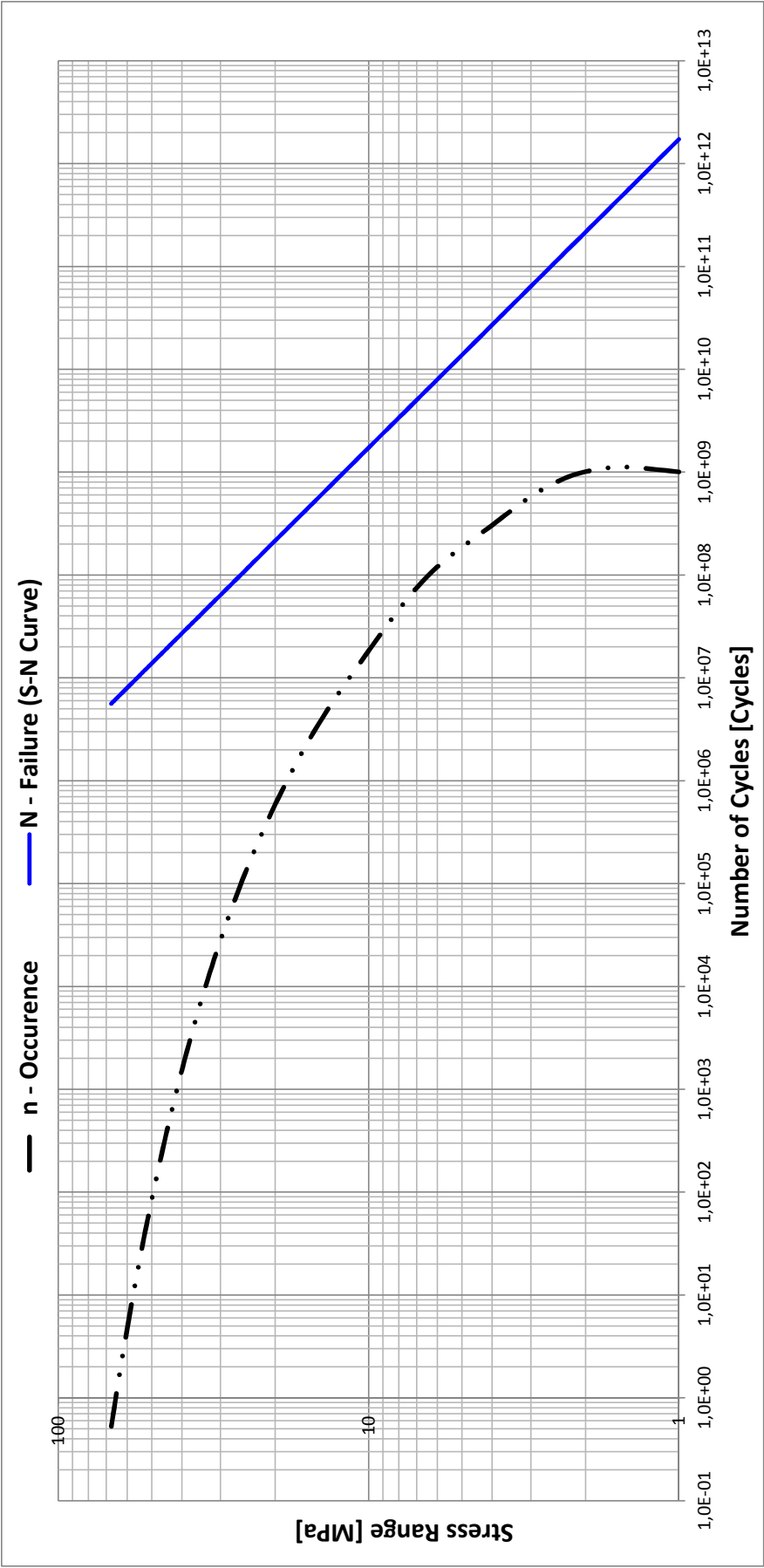
No	Stress Range [MPa]	Σ nL Total	N (cycles)	Cummulative Damage n/N
1	0.0	-	-	-
2	0.5	625,824,788.0561	1.381.E+13	4.533.E-05
3	1.0	1,005,829,472.7455	1.726.E+12	5.828.E-04
4	1.5	1,120,607,356.9763	5.114.E+11	2.191.E-03
5	2.0	1,011,317,112.2987	2.157.E+11	4.688.E-03
6	2.5	795,305,490.2772	1.105.E+11	7.200.E-03
7	3.0	579,103,876.8014	6.392.E+10	9.060.E-03
8	3.5	414,318,168.1286	4.025.E+10	1.029.E-02
9	4.0	305,119,490.4055	2.697.E+10	1.131.E-02
10	4.5	234,974,392.7737	1.894.E+10	1.241.E-02
11	5.0	186,799,116.4917	1.381.E+10	1.353.E-02
12	5.5	150,097,658.4165	1.037.E+10	1.447.E-02
13	6.0	120,172,001.9599	7.990.E+09	1.504.E-02
14	6.5	95,358,659.5492	6.284.E+09	1.517.E-02
15	7.0	75,038,520.4331	5.032.E+09	1.491.E-02
16	7.5	58,750,631.1827	4.091.E+09	1.436.E-02
17	8.0	45,958,984.3700	3.371.E+09	1.363.E-02
18	8.5	36,069,392.6634	2.810.E+09	1.283.E-02
19	9.0	28,497,240.8391	2.367.E+09	1.204.E-02
20	9.5	22,719,350.4485	2.013.E+09	1.129.E-02
21	10.0	18,299,090.4443	1.726.E+09	1.060.E-02
22	10.5	14,890,696.2174	1.491.E+09	9.988.E-03
23	11.0	12,231,170.6196	1.297.E+09	9.433.E-03
24	11.5	10,126,489.3654	1.135.E+09	8.924.E-03
25	12.0	8,436,559.0682	9.987.E+08	8.447.E-03
26	12.5	7,061,444.3898	8.836.E+08	7.991.E-03
27	13.0	5,929,990.0263	7.855.E+08	7.549.E-03
28	13.5	4,991,078.8729	7.015.E+08	7.115.E-03
29	14.0	4,207,282.8476	6.289.E+08	6.689.E-03
30	14.5	3,550,456.9200	5.661.E+08	6.272.E-03
31	15.0	2,998,792.5432	5.114.E+08	5.864.E-03
32	15.5	2,534,901.7027	4.635.E+08	5.470.E-03
33	16.0	2,144,592.0079	4.213.E+08	5.090.E-03
34	16.5	1,816,084.5622	3.842.E+08	4.727.E-03
35	17.0	1,539,504.4252	3.513.E+08	4.383.E-03
36	17.5	1,306,533.4411	3.220.E+08	4.057.E-03
37	18.0	1,110,157.8196	2.959.E+08	3.751.E-03
38	18.5	944,471.2253	2.726.E+08	3.465.E-03
39	19.0	804,511.9165	2.516.E+08	3.197.E-03
40	19.5	686,122.9237	2.328.E+08	2.948.E-03
41	20.0	585,829.9556	2.157.E+08	2.716.E-03
42	20.5	500,734.5272	2.003.E+08	2.500.E-03
43	21.0	428,420.9732	1.864.E+08	2.299.E-03
44	21.5	366,876.3512	1.737.E+08	2.113.E-03
45	22.0	314,422.2226	1.621.E+08	1.940.E-03
46	22.5	269,657.1757	1.515.E+08	1.780.E-03
47	23.0	231,408.8642	1.418.E+08	1.631.E-03
48	23.5	198,694.2943	1.330.E+08	1.494.E-03
49	24.0	170,687.1374	1.248.E+08	1.367.E-03
50	24.5	146,690.9276	1.174.E+08	1.250.E-03
51	25.0	126,117.1269	1.105.E+08	1.142.E-03
52	25.5	108,467.1778	1.041.E+08	1.042.E-03
53	26.0	93,317.7963	9.819.E+07	9.504.E-04
54	26.5	80,308.8896	9.274.E+07	8.660.E-04
55	27.0	69,133.5924	8.768.E+07	7.885.E-04
56	27.5	59,530.0167	8.299.E+07	7.174.E-04

No	Stress Range [MPa]	Σ nL Total	N (cycles)	Cummulative Damage n/N
57	28.0	51,274.3876	7.862.E+07	6.522.E-04
58	28.5	44,175.3067	7.455.E+07	5.925.E-04
59	29.0	38,068.9372	7.076.E+07	5.380.E-04
60	29.5	32,814.9444	6.723.E+07	4.881.E-04
61	30.0	28,293.0628	6.392.E+07	4.426.E-04
62	30.5	24,400.1826	6.083.E+07	4.011.E-04
63	31.0	21,047.8719	5.793.E+07	3.633.E-04
64	31.5	18,160.2645	5.522.E+07	3.289.E-04
65	32.0	15,672.2563	5.267.E+07	2.976.E-04
66	32.5	13,527.9648	5.027.E+07	2.691.E-04
67	33.0	11,679.4101	4.802.E+07	2.432.E-04
68	33.5	10,085.3865	4.591.E+07	2.197.E-04
69	34.0	8,710.4968	4.391.E+07	1.984.E-04
70	34.5	7,524.3242	4.203.E+07	1.790.E-04
71	35.0	6,500.7238	4.025.E+07	1.615.E-04
72	35.5	5,617.2153	3.858.E+07	1.456.E-04
73	36.0	4,854.4630	3.699.E+07	1.312.E-04
74	36.5	4,195.8301	3.549.E+07	1.182.E-04
75	37.0	3,626.9971	3.407.E+07	1.065.E-04
76	37.5	3,135.6344	3.273.E+07	9.581.E-05
77	38.0	2,711.1225	3.145.E+07	8.620.E-05
78	38.5	2,344.3111	3.024.E+07	7.752.E-05
79	39.0	2,027.3136	2.909.E+07	6.968.E-05
80	39.5	1,753.3302	2.800.E+07	6.261.E-05
81	40.0	1,516.4963	2.697.E+07	5.624.E-05
82	40.5	1,311.7526	2.598.E+07	5.049.E-05
83	41.0	1,134.7331	2.504.E+07	4.532.E-05
84	41.5	981.6693	2.415.E+07	4.065.E-05
85	42.0	849.3077	2.329.E+07	3.646.E-05
86	42.5	734.8388	2.248.E+07	3.269.E-05
87	43.0	635.8359	2.171.E+07	2.929.E-05
88	43.5	550.2030	2.097.E+07	2.624.E-05
89	44.0	476.1292	2.026.E+07	2.350.E-05
90	44.5	412.0495	1.958.E+07	2.104.E-05
91	45.0	356.6117	1.894.E+07	1.883.E-05
92	45.5	308.6472	1.832.E+07	1.685.E-05
93	46.0	267.1457	1.773.E+07	1.507.E-05
94	46.5	231.2340	1.716.E+07	1.347.E-05
95	47.0	200.1573	1.662.E+07	1.204.E-05
96	47.5	173.2630	1.610.E+07	1.076.E-05
97	48.0	149.9868	1.561.E+07	9.611.E-06
98	48.5	129.8407	1.513.E+07	8.583.E-06
99	49.0	112.4029	1.467.E+07	7.662.E-06
100	49.5	97.3085	1.423.E+07	6.839.E-06
101	50.0	84.2420	1.381.E+07	6.102.E-06
102	50.5	72.9304	1.340.E+07	5.442.E-06
103	51.0	63.1375	1.301.E+07	4.853.E-06
104	51.5	54.6593	1.264.E+07	4.326.E-06
105	52.0	47.3189	1.227.E+07	3.855.E-06
106	52.5	40.9635	1.193.E+07	3.435.E-06
107	53.0	35.4608	1.159.E+07	3.059.E-06
108	53.5	30.6964	1.127.E+07	2.724.E-06
109	54.0	26.5711	1.096.E+07	2.424.E-06
110	54.5	22.9992	1.066.E+07	2.157.E-06
111	55.0	19.9064	1.037.E+07	1.919.E-06
112	55.5	17.2286	1.010.E+07	1.707.E-06
113	56.0	14.9101	9.827.E+06	1.517.E-06
114	56.5	12.9028	9.569.E+06	1.348.E-06

No	Stress Range [MPa]	Σ nL Total	N (cycles)	Cummulative Damage n/N
115	57.0	11.1648	9.319.E+06	1.198.E-06
116	57.5	9.6602	9.078.E+06	1.064.E-06
117	58.0	8.3576	8.845.E+06	9.449.E-07
118	58.5	7.2300	8.620.E+06	8.387.E-07
119	59.0	6.2539	8.403.E+06	7.442.E-07
120	59.5	5.4090	8.193.E+06	6.602.E-07
121	60.0	4.6777	7.990.E+06	5.854.E-07
122	60.5	4.0448	7.794.E+06	5.190.E-07
123	61.0	3.4971	7.603.E+06	4.599.E-07
124	61.5	3.0232	7.420.E+06	4.075.E-07
125	62.0	2.6131	7.241.E+06	3.609.E-07
126	62.5	2.2583	7.069.E+06	3.195.E-07
127	63.0	1.9514	6.902.E+06	2.827.E-07
128	63.5	1.6859	6.740.E+06	2.501.E-07
129	64.0	1.4563	6.584.E+06	2.212.E-07
130	64.5	1.2578	6.432.E+06	1.956.E-07
131	65.0	1.0861	6.284.E+06	1.728.E-07
132	65.5	0.9377	6.142.E+06	1.527.E-07
133	66.0	0.8094	6.003.E+06	1.348.E-07
134	66.5	0.6985	5.869.E+06	1.190.E-07
135	67.0	0.6026	5.738.E+06	1.050.E-07
136	67.5	0.5198	5.612.E+06	9.264.E-08
137	68.0	0.4483	5.489.E+06	8.168.E-08
138	68.5	0.3865	5.369.E+06	7.199.E-08
139	69.0	0.3332	5.254.E+06	6.342.E-08
140	69.5	0.2871	5.141.E+06	5.585.E-08
141	70.0	0.2474	5.032.E+06	4.916.E-08
142	70.5	0.2130	4.925.E+06	4.325.E-08
143	71.0	0.1834	4.822.E+06	3.804.E-08
144	71.5	0.1579	4.722.E+06	3.344.E-08
145	72.0	0.1359	4.624.E+06	2.938.E-08
146	72.5	0.1169	4.529.E+06	2.581.E-08
147	73.0	0.1005	4.436.E+06	2.266.E-08
148	73.5	0.0864	4.346.E+06	1.988.E-08
149	74.0	0.0743	4.259.E+06	1.744.E-08
150	74.5	0.0638	4.174.E+06	1.528.E-08
151	75.0	0.0548	4.091.E+06	1.339.E-08
152	75.5	0.0470	4.010.E+06	1.173.E-08
153	76.0	0.0404	3.932.E+06	1.027.E-08
154	76.5	0.0346	3.855.E+06	8.980.E-09
155	77.0	0.0297	3.780.E+06	7.852.E-09
156	77.5	0.0254	3.708.E+06	6.862.E-09
157	78.0	0.0218	3.637.E+06	5.994.E-09
158	78.5	0.0187	3.568.E+06	5.233.E-09
159	79.0	0.0160	3.500.E+06	4.566.E-09
160	79.5	0.0137	3.435.E+06	3.981.E-09
161	80.0	0.0117	3.371.E+06	3.470.E-09
162	80.5	0.0100	3.308.E+06	3.022.E-09
163	81.0	0.0085	3.247.E+06	2.631.E-09
164	81.5	0.0073	3.188.E+06	2.289.E-09
165	82.0	0.0062	3.130.E+06	1.991.E-09
166	82.5	0.0053	3.074.E+06	1.730.E-09
167	83.0	0.0045	3.018.E+06	1.502.E-09
168	83.5	0.0039	2.964.E+06	1.304.E-09
169	84.0	0.0033	2.912.E+06	1.131.E-09
170	84.5	0.0028	2.860.E+06	9.806.E-10
171	85.0	0.0024	2.810.E+06	8.496.E-10
172	85.5	0.0020	2.761.E+06	7.356.E-10

No	Stress Range [MPa]	Σ nL Total	N (cycles)	Cummulative Damage n/N
173	86.0	0.0017	2.713.E+06	6.365.E-10
174	86.5	0.0015	2.667.E+06	5.504.E-10
175	87.0	0.0012	2.621.E+06	4.757.E-10
176	87.5	0.0011	2.576.E+06	4.108.E-10
177	88.0	0.0009	2.533.E+06	3.545.E-10
178	88.5	0.0008	2.490.E+06	3.058.E-10
179	89.0	0.0006	2.448.E+06	2.636.E-10
180	89.5	0.0005	2.407.E+06	2.270.E-10
181	90.0	0.0005	2.367.E+06	1.954.E-10
182	90.5	0.0004	2.328.E+06	1.681.E-10
183	91.0	0.0003	2.290.E+06	1.445.E-10
184	91.5	0.0003	2.253.E+06	1.241.E-10
185	92.0	0.0002	2.216.E+06	1.065.E-10
186	92.5	0.0002	2.181.E+06	9.137.E-11
187	93.0	0.0002	2.146.E+06	7.832.E-11
188	93.5	0.0001	2.111.E+06	6.709.E-11
189	94.0	0.0001	2.078.E+06	5.742.E-11
190	94.5	0.0001	2.045.E+06	4.911.E-11
191	95.0	0.0001	2.013.E+06	4.198.E-11
192	95.5	0.0001	1.981.E+06	3.585.E-11
193	96.0	0.0001	1.951.E+06	3.059.E-11
194	96.5	0.0001	1.921.E+06	2.609.E-11

Total Cumulative Damage	Design Life [Years]	Fatigue Life [Years]	S_e [MPa]
0.352	25	70.94	65.29



PERHITUNGAN UMUR KELELAHAN DENGAN "PERSAMAAN KELELAHAN TERANGKAI"

Lokasi	Se	NL	N _L /A	m	Se ^m	ln NL	x	m/x	1 + m/x	G (1m/ x)	(ln NL) ^{m/x}	Se ^m /(ln NL) ^{m/x}	D	D _L	Fatigue Life
<u>Fr.9</u>	45.835	7.9.E+08	0.000457	3	96292.33	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	98.551	0.122	25	205.280
<u>Fr.10</u>	54.185	7.9.E+08	0.000457	3	159087.93	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	162.820	0.201	25	124.251
<u>Fr.11</u>	45.655	7.9.E+08	0.000457	3	95162.32	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	97.395	0.120	25	207.717
<u>Fr.14</u>	47.480	7.9.E+08	0.000457	3	107036.56	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	109.548	0.135	25	184.674
<u>Fr.15</u>	49.740	7.9.E+08	0.000457	3	123060.12	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	125.947	0.156	25	160.628
<u>Fr.16</u>	44.050	7.9.E+08	0.000457	3	85474.73	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	87.480	0.108	25	231.260
<u>Fr. 19</u>	50.325	7.9.E+08	0.000457	3	127453.38	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	130.443	0.161	25	155.091
<u>Fr. 20</u>	65.290	7.9.E+08	0.000457	3	278317.17	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	284.847	0.352	25	71.023
<u>Fr. 21</u>	42.518	7.9.E+08	0.000457	3	76860.49	20.486	1.3159	2.280	3.280	2.705	977.078	78.664	0.097	25	257.178

Closed-form Fatigue Equation:

$$D = \frac{N_L}{A} \frac{S_e^m}{(\ln N_R)^{m/\frac{1}{x}}} \Gamma(1 + \frac{m}{x})$$

DAFTAR PUSTAKA

- Almar-Naess, A., 1985, *Fatigue Handbook : Offshore Steel Structures*, Tapir Publisher, Trondheim, Norway.
- American Bureau Shipping, 2010, *Guidance Notes on Spectral-Based Fatigue Analysis for Floating Offshore Structure*, ABS, Houston.
- Bai, Y., 2003, *Marine Structural Design*, Elsevier Science Publishers Ltd., London and New York.
- Bamford, R.J., Stewart, G., Lloyd's Register EMEA., May 2007, *Application of the IACS Common Structural Rules for Oil Tankers to FPSO*, Offshore Technology Conference, OTC 18964.
- Barltrop, N. D. P. and Adams, A. J., 1991, *Dynamics of Fixed Marine Structures : Third Edition*, Atkins Oil & Gas Engineering Limited, Epsom, UK.
- Bhattacharyya, R., 1978, *Dynamic of Marine Vehicles*, John Wiley and Sons, New York.
- Biro Klasifikasi Indonesia, 2013, *Guidelines for The Classification and Construction Part 5 Offshore Technology : Volume 3 Guidelines for Floating Production Installations*.
- Bonniol, V., 2009, *Spectral Fatigue for FPSO Conversion*, Bureau Veritas, New Orleans.
- Bureau Veritas, 2009, *FPSO Design and Structural Integrity Assessment*, SNAME, Texas.
- Chakrabarti, S.K., 1987, *Hydrodynamics of Offshore Structures*, Computational Mechanics Publications Southampton, Boston, Springer-Verlag, Berlin..
- Choung, J. and Yoon, K.Y., 2008, *Fully Stochastic Fatigue Analysis for FPSO Based on Shipyard Practice*", International Journal of Offshore and Polar Engineering (ISSN 1053-5381), Vol. 18, No. 2, pp. 142–148.
- Det Norske Veritas, 2014, Classification Notes No. 30.7 : Fatigue Assessment of Ship Structures, Norway.
- Djarmiko, E.B., 1992, *Hydro-Structural Studies on SWATH Type Vessel*, Thesis for the Degree of Doctor of Philosophy, Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, University of Glasgow, Scotland.
- Djarmiko, E.B., 2006, *Analisa Kelelahan Struktur Bangunan Laut*, Pembinaan Dasar Engineer Dan Inspector Bangunan Lepas Pantai Terpancang (Fixed Offshore Platform), Bandung, Indonesia.
- Djarmiko, E.B., 2007, *Analisis Beban Gelombang Dalam Perancangan Struktur Global Kapal SWATH*, Jurnal Teknologi Kelautan, Vol. 11, No. 1, pp. 1-13.

- Djatkiko, E.B., 2012, *Perilaku dan Operabilitas Bangunan Laut di Atas Gelombang Acak*, ITS Press, Surabaya
- Geyer, J.F. and Stahl, B., 1986, *Simplified Fatigue Design Procedure for Offshore Structures*, Proceedings of the 18th. Annual Offshore Technology Conference, Houston.
- Guedes Soares, C., Garbatov, Y., and von Selle, H., 2003, *Fatigue Damage Assessment of Ship Structures Based On The Long-Term Distribution of Local Stresses*, International Shipbuilding Program, Vol. 50, No. 1 & 2, pp. 35-55.
- International Association of Classification Societies, 2012, *Common Structural Rules for Double Hull Oil Tanker*, London : IACS Council.
- Kurniantoro, P., 2012, *Perkiraan Umur Konstruksi FPSO Konversi Dari Tanker Dengan Analisis Fatigue*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Lloyd's Register, 2014, *Rules and Regulations for the Classification of Offshore Units. LR.UK*
- Logan, Daryl L., 1992, *A First Course in the Finite Element Method*, PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- Longuet-Higgins, M.S., 1952, *On the statistical distributions of the heights of sea waves*, J. Marine Res., Vol.11, No.3, pp.245-265.
- Oh, M.H., W.S. Sim, H.S. Shin, 2003, *Fatigue Analysis of Kizomba 'A' FPSO using Direct Calculation based on FMS*, Ocean Technology Conference.
- Paik, J. K. and Thayamballi, A. K., 2007, *Ship-Shaped Offshore Installation*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Parker, W.J., Enterprises, W.J.P. and Grove, T.W., 2001, *FSO Standards and Recommended Practice*, American Bureau of Shipping.
- Sujatanti, S. H., 2012, *Studi Tentang Metode Fatigue Assessment Topside Module FSO/FPSO*, Tesis Jurusan Teknologi Produksi dan Material Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wang, Y., 2010, *Spectral Fatigue Analysis of A Ship Structural Detail – A Practical Case Study*, International Journal of Fatigue, Vol.32, hal. 310-317, Elsevier.
- White, G. and Ayyub B., 1987, *Reliability-Based Fatigue Design for Ship Structure*, Naval Engineering Journal.

- Wicaksana, A., 2013, *Studi Karakteristik Gerakan dan Operabilitas Anjungan Pengeboran Semi-Submersible Dengan Kolom Tegak dan Ponton Berpenampang Persegi Empat*, Tugas Akhir Jurusan Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Wirsching, P.H. and Chen, Y.N., 1987, *Consideration of Probability-Based Fatigue Design for Marine Structures*, SNAME, New Jersey.
- Yuda, I Dewa Gede Adi Surya, 2015, *Studi Respons Dinamis dan Kekuatan Struktur Lambung Drillship untuk Operasi Pengeboran di Lepas Pantai*, Tesis Jurusan Teknik Perancangan Bangunan Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Zakky & Panunggal, 2011, *Analisa Fatigue Pada Floating Storage Dengan Metode Simplified Fatigue Damage Comulative Pada Perairan Widuri: Studi Kasus FSO 109.000 DWT*, Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Kelautan, Surabaya, 15 Desember 2011.
- Zhao, C.T., Bai, Y., and Shin Y., 2001, *Extreme Response and Fatigue Damage for FPSO Structural Analysis*, Proceedings of the 11th. ISOPE Conference, Vol. 1, pp. 301.

BIOGRAFI PENULIS



Sumardiono lahir dan tumbuh dewasa di kota tercinta Lamongan, Jawa Timur. Penulis memulai pendidikan tinggi pada tahun 2002 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur PMDK Jurusan Teknik Perkapalan dan memperoleh gelar sarjana pada 2008. Selang dua tahun kemudian, Penulis memutuskan untuk melanjutkan studi pasca sarjana di universitas yang sama dengan mengambil bidang keahlian Teknik Perancangan Bangunan Laut. Saat ini Penulis merupakan karyawan PT. Citra Mas, sebuah perusahaan konsultan perencana yang bergerak di bidang perkapalan dan bangunan lepas pantai.

Contact person:

die.kapalits@gmail.com

<https://id.linkedin.com/in/sumardiono-574b0ab1>

+62 856 3010 577